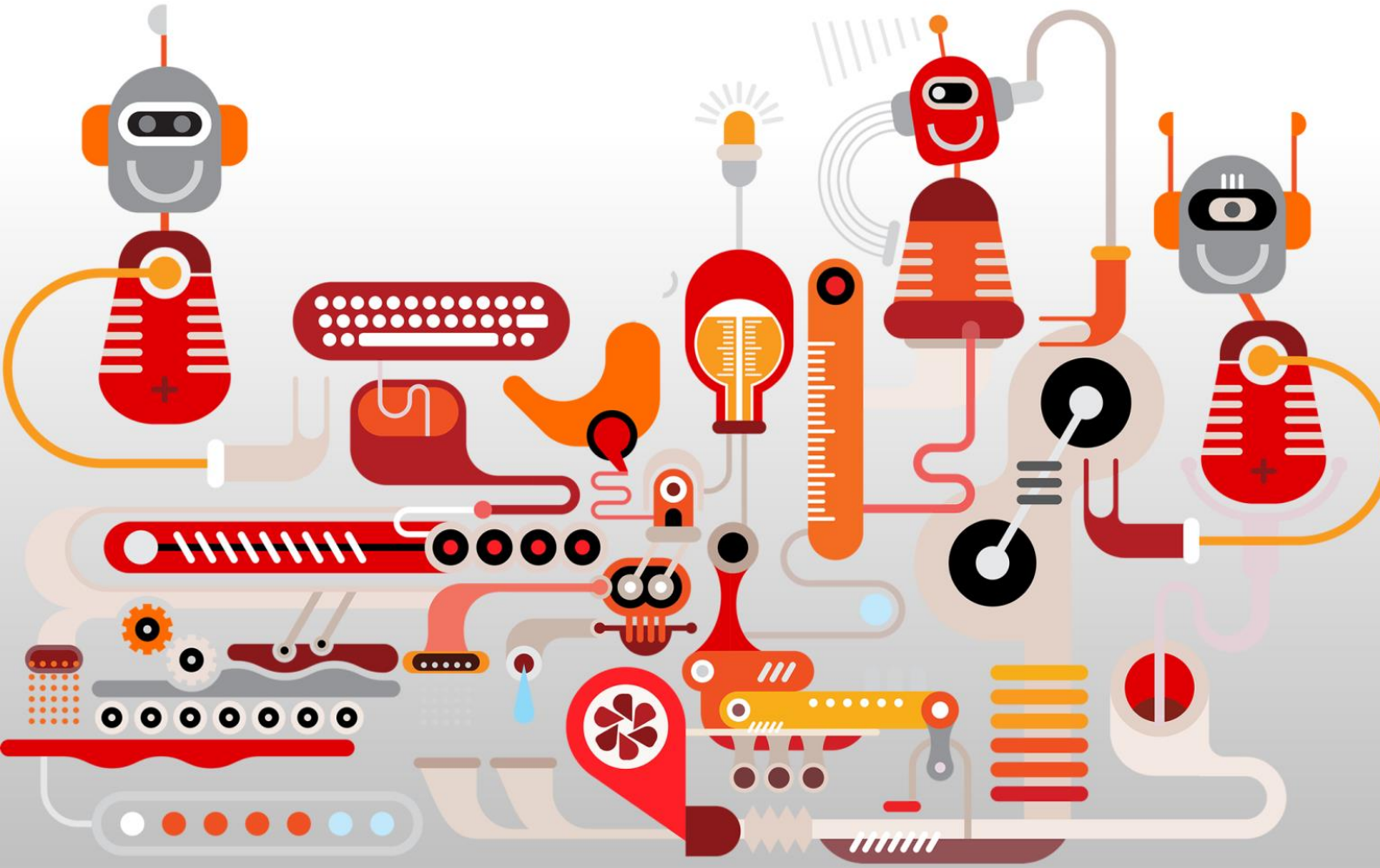
Gestão da Produção em Foco



4

VOLUME

Editora Poisson

Editora Poisson

Gestão da produção em foco
Volume 4

1ª Edição

Belo Horizonte
Poisson
2018

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Dra. Cacilda Nacur Lorentz – Universidade do Estado de Minas Gerais
Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia
Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC
Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G393
Gestão da Produção em Foco– Volume 4/ Organização Editora Poisson – Belo Horizonte - MG : Poisson, 2018
235p

Formato: PDF
ISBN: 978-85-93729-42-3
DOI: 10.5935/978-85-93729-42-3.2018B001

Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia

1. **Gestão da Produção 2. Engenharia de Produção. I. Título**

CDD-658.8

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

www.poisson.com.br

contato@poisson.com.br

SUMÁRIO

Capítulo 1: Logística reversa: rede de recuperação de produtos eletroeletrônicos 7

Cláudia Scoton Antonio Marques, Fabiano Martin Tiossi, Alexandre Tadeu Simon, Carlos Roberto Minussi

Capítulo 2: Determinação da faixa da taxa de ocupação dos berços de uma base de dutos flexíveis que minimize os custos operacionais 17

Pedro Chaves Meurer Moreira, Hostilio Xavier Ratton Neto, Pedro Henrique Maciel Lopes

Capítulo 3: Métodos de custeio abc aplicado a soja transgênica, pelos sistemas agrícolas convencional e de precisão, na cidade de dourados. 28

Karoline Arguelho da Silva, Anamari Viegas de Araujo Motomiya, Maiara Pusch, Antonio Carlos Vaz Lopes, Fabiana Raupp

Capítulo 4: Relação entre crescimento econômico e gastos públicos dos municípios da região sul do brasil 39

Larissa Degenhart, Mara Vogt, Nelson Hein, Adriana Kroenke

Capítulo 5: Controle de Qualidade no Processo de Lixamento de uma Indústria Moveleira 59

Matheus de Lima Goedert, Larissa Sonda Rigon, Marina Moreira Cunha, Neusa Idick Scherpinski

Capítulo 6: O gerenciamento da informação na cadeia de suprimentos de uma empresa do setor alimentício: uso de jogos empresariais para a otimização do sistema logístico 68

Kezia Sayoko Matsui Pereira, Bárbara Helen Rodrigues Ramires Seribeli, Eduardo Baches, Rayssa de Andrade Pache, Renan Mitsuo Ueda

Capítulo 7: Mapeamento do fluxo de valor: Um estudo de caso em um laboratório de análises clínicas 80

Daniel Ribeiro Gomes, Gustavo Henrique Vaz Camargo, Naiara Faiad Sebba Calife

SUMÁRIO

Capítulo 8: Comportamento das empresas brasileiras frente ao processo de certificação ISO 9001: Um levantamento teórico 92

Rayane Ester Felício Santiago, Luciano Wallace Gonçalves Barbosa, Amanda Daniele de Carvalho, Farney Vinícius Pinto Souza

Capítulo 9: Padronização em projetos e processos de montagem de moldes de injeção termoplástica 101

Alex Orben, Emerson José Corazza, Gilson João dos Santos, Renato Cristofolini, Rosalvo Medeiros

Capítulo 10: Value Strean Mapping (VSM); como enxergar as perdas nos processos produtivos para eficácia da melhoria continua 112

Alexandro Gilberto da Silva, Eduardo Gonçalves Magnani, Geraldo Magela Pereira da Silva, Nelson Ferreira filho

Capítulo 11: Técnicas Quantitativas de Previsão de Demanda: um Estudo de Caso em um Estabelecimento Comercial 123

Vander Luiz Da Silva, Thamara Martim, Andressa Maria Corrêa, Camila Maria Uller, Rony Peterson da Rocha

Capítulo 12: A importância da elaboração de inventários de gases de efeito estufa para evitar o aquecimento global. Análise das iniciativas internacionais e nacionais. 131

Cláudia Virgínia M. de Freitas

Capítulo 13: Comprar ou alugar computadores? Um modelo multicritério aplicado a Instituições Públicas de Ensino 142

Bruno Rabbi, Claudio José Fidelis de Azevedo, Fernando Cerutti Aguiar, Luciana Iglesias de Castro Silva, Milton Erthal Junior

SUMÁRIO

Capítulo 14: Avaliação da qualidade de colagem das lâminas de shapes de skates utilizando ensaios de cisalhamento da lâmina interna 151

Rodrigo de Mata Marangon, Marilia da Silva Bertolini, César Augusto Galvão de Morais

Capítulo 15: Aplicação do masp para o desenvolvimento de um plano de ação para resolução de problemas em uma empresa de premoldados 159

Rômulo de Arêa Leão Araújo Sobrinho, Belchior Rodrigues dos Santos Neto, Mariana Silva Moura, Maria Clara Almendra Freitas Cortez, Francismilton Teles

Capítulo 16: Centro de distribuição: análise e melhoria de processos..... 170

Julierme Italo Garcia do Nascimento, Érico Diego da Silva Dos Reis, Sandra de Souza Xavier, Ana Flávia Rezende

Capítulo 17: Metaheurística lahc aplicada ao problema de localização de máxima cobertura..... 179

Helton Cristiano Gomes, Cristiano Luís Turbino de França e Silva

Capítulo 18: Relações entre logística, estrutura e cultura organizacional: estudo de caso em multinacional produtora de bebidas 188

Lucas Gabriel Zanon, Fernando César Almada Santos

Capítulo 19: Painéis particulados de resíduos madeireiros e adesivo poliuretano a base de biomassa: produção e caracterização 199

Fabiana Haddad Bistane, Letícia Lima Viana, Laura Gabriele Rodrigues da Costa Carvalho, César Augusto Galvão de Morais, Marilia da Silva Bertolini

Capítulo 20: Aplicação da metodologia do pdca no gerenciamento do processo de lubrificação operacional para melhoria e suporte de resultados em uma refrigeranteira 207

Lucas Martins Franco, Márcio Dimas Ramos, Carlos Henrique Oliveira, Henrique Duarte Carvalho, Sandra Miranda Neves, ,

Autores 221

CAPÍTULO 1

LOGÍSTICA REVERSA: REDE DE RECUPERAÇÃO DE PRODUTOS ELETROELETRÔNICOS

Cláudia Scoton Antonio Marques
Fabiano Martin Tiossi
Alexandre Tadeu Simon
Carlos Roberto Minussi

Resumo: Nas últimas décadas, o desenvolvimento de novas tecnologias e de novos materiais, bem como a redução dos custos de embalagens, computadores, eletrodomésticos, carros entre outros, contribuíram para a redução do ciclo de vida dos produtos e uma tendência a descartabilidade, levando a um dos maiores problemas ambientais: os resíduos sólidos. Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) também fazem parte deste contexto pois, após esgotadas todas as possibilidades de reparo, atualização ou reuso, serão considerados "lixo eletrônico" (*e-lixo*) e são atualmente um dos maiores problemas ambientais no mundo e com elevado índice de crescimento. Visando demonstrar alternativas para tal problema, esse estudo tem como objetivo geral apresentar como é desenvolvida uma rede de logística reversa dos resíduos eletroeletrônicos e, metodologicamente, terá como base a pesquisa bibliográfica. Pelos resultados, nota-se a dimensão dos inúmeros problemas ambientais relacionados aos resíduos eletroeletrônicos no mundo, e percebe-se que canais de distribuição reversos são alternativas viáveis para que estes retornem ao seu ponto de origem minimizando os prejuizos ao meio ambiente, dentre outros fatores. No decorrer do estudo, são apresentadas algumas estruturas de rede de logística reversa, como forma de contribuir para um processo de retorno dos produtos ao seu destino legal.

Palavras chave: Logística reversa, lixo-eletrônico, redes de logística reversa.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Ballou (2009), a concepção logística do agrupamento de atividades associada ao fluxo de produtos e serviços foi resultado da evolução natural do pensamento administrativo. Na economia mundial, os sistemas logísticos são tidos como bases para o comércio, em especial nos países desenvolvidos como Estados Unidos e Japão que trocam mercadorias livremente devido ao alto nível de eficiência de seus sistemas logísticos.

Nas últimas décadas, o desenvolvimento de novas tecnologias e materiais, bem como a redução dos custos de embalagens, computadores, eletrodomésticos, carros entre outros, contribuíram para a geração de produtos com ciclos de vida útil cada vez mais curto e com forte tendência à descartabilidade, levando a um dos maiores problemas ambientais do planeta: os resíduos sólidos.

Confirma-se isso ao se analisar a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2008), que revelou que a produção diária de lixo era de 170.000 toneladas por dia. Em 2011 esse valor já havia crescido 7,6%, chegando a 183.000 toneladas por dia. Desse montante o país reaproveita apenas 13% - cinco vezes menos do que os países desenvolvidos. (CEMPRE, 2012) e o país perde cerca de R$ 8 bilhões por ano por deixar de reciclar os resíduos urbanos (IPEA, 2011).

Os resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE) também fazem parte deste contexto, ao fim de sua vida útil, ou seja, após esgotadas todas as possibilidades de reparo, atualização ou reuso, serão considerados “lixo eletrônico” (e-lixo) e são atualmente um dos maiores problemas ambientais no mundo, com elevado nível de crescimento.

Segundo o relatório Reciclando - Do lixo eletrônico a recursos, divulgado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2010), o mundo gera 40 milhões de toneladas de lixo eletrônico por ano e, até 2020, esse número deve crescer entre 200% a 400%. E segundo Estrada (2005), apenas 11% desse lixo é reciclado no mundo.

A recuperação e eliminação de REEE é um grande desafio para a gestão de resíduos sólidos urbanos, pois é uma tarefa complexa, uma vez que é preciso gerir a quantidade e heterogeneidade dos materiais, bem como onde serão tratados e descartados. A escassez de locais e a elevação das distâncias percorridas para a destinação final dos resíduos são fatores também observados (WOLFER, SANDER E GOGOLL, 2011; OLIVEIRA, 2011).

A partir desse cenário pode-se perceber a dimensão dos inúmeros problemas ambientais relacionados aos resíduos eletroeletrônicos no mundo. Mas existem saídas para minimizar ou reduzir esses impactos. Entre elas encontra-se a logística reversa.

A logística reversa permite que produtos pós-consumo ou parte de seus componentes retornem ao ciclo produtivo por meio dos canais reversos de distribuição, ou seja, desmanche, reciclagem e reuso, agregando-se valores a esses produtos ou, ainda, sejam enviados a destinos finais adequados (aterro sanitário ou incineração com recuperação energia).

Este estudo tem como objetivo geral apresentar como é desenvolvida uma rede de logística reversa dos resíduos eletroeletrônicos e, metodologicamente, terá como base a pesquisa bibliográfica que, segundo Marconi e Lakatos (2006), abrange toda a bibliografia já tornada pública em relação ao tema em estudo, com o propósito de colocar o pesquisador em contato direto com o que existe sobre determinado assunto.

2. DA LOGÍSTICA EMPRESARIAL À LOGÍSTICA REVERSA

As atividades da logística podem ser compreendidas como uma das mais antigas atividades humanas. Utilizada inicialmente no campo militar, a logística servia como estratégia para a vantagem competitiva durante as guerras, visando colocar os recursos certos no local certo e na hora certa, com apenas uma finalidade: vencer batalhas (MARTINS E ALT, 2009).

Caxito (2011) corrobora essa afirmação ao mencionar que o desenvolvimento da logística deu-se nas forças armadas, sendo a parte da guerra que trata do planejamento, desenvolvimento, obtenção, armazenamento, transporte, distribuição, reparação, manutenção e evacuação de materiais

destinados a ajudar o desempenho de qualquer função militar.

Entretanto, a evolução industrial – em especial a partir da Segunda Guerra Mundial - introduziu gradativamente ao longo de sua história a logística como atividade empresarial, concebida para agrupar conjuntamente as atividades relacionadas ao fluxo de produtos e serviços (BALLOU, 1993; LEITE, 2009). Somente na década de 1990, o conceito da logística despertou o interesse dos gestores como diferencial estratégico e base para a competitividade, somando com as operações dos departamentos de vendas, marketing e finanças, contribuindo em grande escala para uma gestão eficaz da cadeia de abastecimento de materiais e recursos essenciais a qualquer operação.

O cenário econômico globalizado e competitivo fez com que as empresas aprimorassem suas práticas de gestão de forma estratégica, tendo como finalidade garantir sua perenidade e evolução no mercado, criando mecanismos para sua diferenciação entre as demais concorrentes, agregando valores aos clientes e consumidores ao satisfazer suas necessidades.

Com o crescimento das operações e as constantes evoluções do cenário organizacional, questões ambientais foram inseridas na pauta administrativa em virtude dos impactos que os processos produtivos e a prestação de serviços causaram e ainda causam no meio ambiente, sendo as empresas apontadas como as principais vilãs desses impactos (LEMES JÚNIOR E PISA, 2010). Uma preocupação crescente foi a de atender às exigências governamentais que por meio de leis disciplinaram o descarte inadequado de resíduos decorrentes do processo produtivo, bem como a sensibilidade dos consumidores em contribuir com a diminuição desses impactos ambientais ao consumir e adquirir produtos de empresas engajados no trato ambiental.

É neste cenário que surge a logística reversa como uma área da logística que planeja, organiza, executa e controla os canais de retorno de bens pós-uso e pós-consumo a um ciclo produtivo.

Do ponto de vista logístico, a logística reversa tem suas próprias características, diferentes das de um sistema logístico. Em muitos casos, redes logísticas reversas não são criadas de forma independente, mas estão interligadas com as estruturas logísticas existentes.

2.1 LOGÍSTICA REVERSA

Ao longo dos anos, diversas definições sobre o assunto foram surgindo. Para o C.L.M. (1993, p.323): “Logística reversa é um amplo termo relacionado às habilidades e atividades envolvidos no gerenciamento de redução, movimentação e disposição de resíduos de produtos e embalagens(...)”. Stock (1998, p.20) a define como: “ Logística Reversa: em uma perspectiva de logística de negócios, o termo refere-se ao papel da logística no retorno de produtos, redução na fonte, reciclagem, substituição de materiais, reuso de materiais, disposição de resíduos, reforma, reparação e remanufatura (...). ” Para Rogers e Tibben-Lembke (1999, p.2) a Logística Reversa é definida como: “Processo de planejamento, implementação e controle da eficiência, do custo efetivo do fluxo de matérias-primas, estoques de processo, produtos acabados e as respectivas informações, desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o propósito de recapturar valor ou adequar o seu destino”

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305, 2010) a logística reversa ainda é definida como: Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Fleischmann (2001) define logística reversa como um processo de planejamento, implementação e controle eficiente e efetivo dos diferentes estágios de retorno de produtos ao seu ponto inicial. Ao final do seu ciclo de vida, diversas são as alternativas encontradas para um produto.

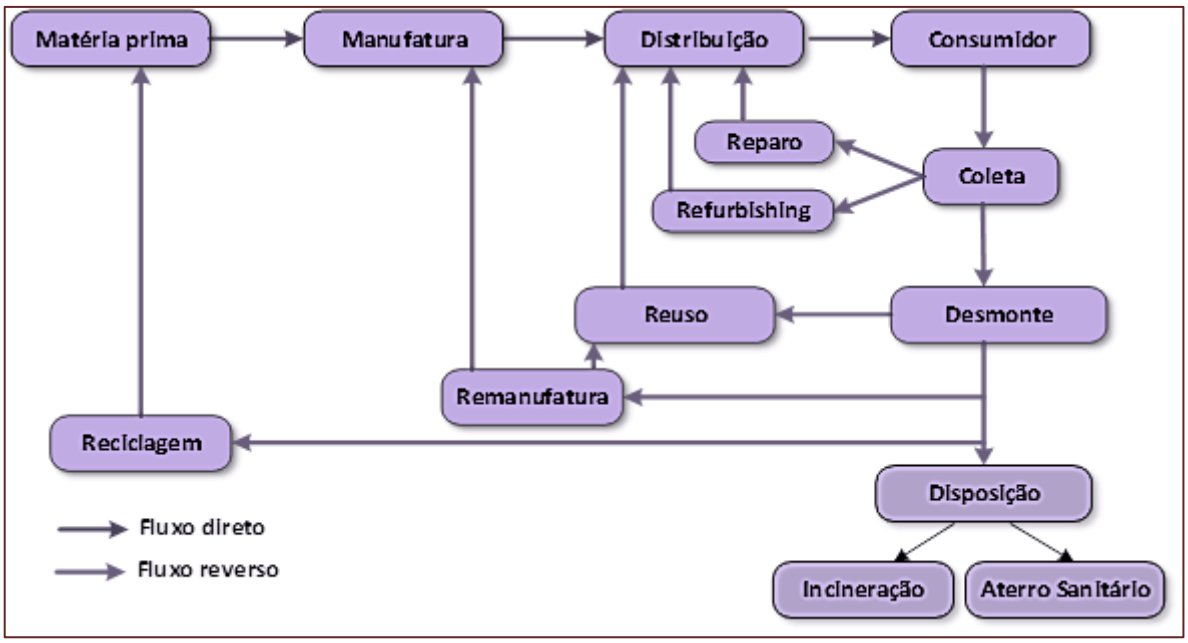
O gerenciamento das operações que compõem a logística reversa faz parte da Administração da Recuperação de Produtos – Product Recovery Management (PRM). Para Thierry et al. (1995, p.117) PRM é definido como: “o gerenciamento de todos os produtos, componentes e materiais usados e descartados pelo qual uma empresa fabricante é responsável legalmente,

contratualmente ou por qualquer outra maneira".

Ainda para Thierry *et al.* (1995, p.117) algumas das atividades da PRM são, em parte, similares àquelas que ocorrem no caso de devoluções internas de itens defeituosos devido a processos de produção não confiáveis. Assim, o objetivo da PRM é a recuperação de valor econômico e ecológico dos produtos, componentes e materiais.

No processo de recuperação, reparo significa que o produto é retornado ao estado funcional após seu conserto. O processo de *Refurbishing* (Renovação) é quando o produto é atualizado pelo fabricante original para que atinja padrões de qualidade e operação similares ao produto original. E no processo de remanufatura os produtos são completamente desmontados e todos os módulos e partes examinados em detalhe. A Figura 1 mostra o diagrama de fluxo básico de atividades de logística reversa.

Figura 1 - Diagrama do Fluxo Básico da Logística Reversa



Fonte: Adaptado de Wang, Yin, Ma, (2008)

No ambiente economicamente globalizado, o desempenho ambiental, a competitividade nos negócios e a busca por resultados financeiros são preocupações crescentes no dia-a-dia das empresas.

Dentre os impactos causados pelos processos da logística reversa no contexto organizacional, destacam-se a proteção ao meio ambiente; a diminuição dos custos; a melhora na imagem da empresa perante o mercado; aumento da competitividade e consequentemente o aumento dos lucros, retenção e fidelização de clientes; e o atendimento às questões legais impostas pelo governo e sociedade (LEITE, 2009).

O objetivo principal da Logística Reversa é agregar valores econômicos, ecológicos e legais ao produto retornado, ou seja, tornar possível o retorno de bens ou de seus componentes ao ciclo produtivo. Tem como finalidade também planejar redes reversas e operar o fluxo reverso desde a coleta dos bens até a sua disposição final, seja para a reintegração do bem ao ciclo produtivo ou o descarte.

3. REDE LOGÍSTICA PARA RECUPERAÇÃO DE PRODUTOS

A Logística Reversa é uma área nova e, em muitos casos, novas redes precisam ser definidas. A infraestrutura das redes reversas precisa coletar os produtos usados, transportá-los para triagem e eventualmente encaminhá-los para outro uso. Algumas questões a respeito disto precisam ficar claras como: qual o número de camadas na

rede; o número e a localização de depósitos ou pontos intermediários; pontos de coleta; enfim a estrutura da rede reversa pode ser vista como o elo da integração entre a Logística Empresarial e Logística Reversa.

Fleischmann (2001, p. 46) afirma que:

A etapa de retorno ou coleta caracteriza-se pela participação dos canais de retorno e passou a chamar a Logística Reversa de "Rede de Recuperação de Produtos". A partir de então, o valor é adicionado ao produto e este se move do produtor (que recuperou o produto) para o usuário como na cadeia tradicional.

A necessidade de implantar uma rede de recuperação de produtos pode surgir devido à necessidade de se substituir, parcialmente ou integralmente, no processo de produção, materiais que eram normalmente extraídos da natureza. Esses materiais ou recursos secundários são resíduos, produtos usados ou componentes de produtos usados, que não são dispostos em aterros, mas são retornados para o mesmo processo ou para outro processo de produção.

As operações de retorno bem geridas são capazes de reduzir a taxa de esgotamento de recursos naturais assim como permite recuperar materiais que podem ser usados para produzir novas peças e produtos e reduzir a taxa de poluição terrestre.

3.1 TIPOS DE REDES DE RECUPERAÇÃO DE PRODUTOS

As redes de recuperação apresentam alguns fatores discriminantes como a complexidade da rede e a incerteza quanto à quantidade e qualidade do material para recuperação na entrada do processo de recuperação. Portanto, percebe-se que para uma organização compor a sua rede de recuperação é fundamental que ela conheça o tipo de produto a ser recuperado, sem esquecer de definir os envolvidos e principalmente verificar se há mercado para o produto recuperado (THIERRY,1995).

Fleischmann (2001, p.52), baseado na forma de reprocessamento propôs os seguintes tipos de redes de recuperação:

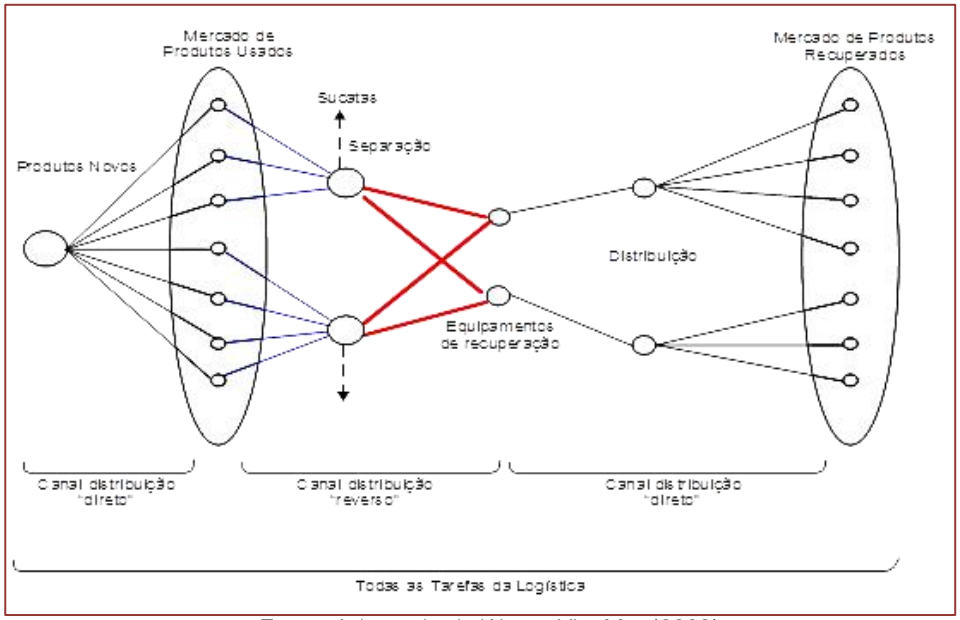
- Redes para itens reutilizáveis: Embalagens, contêineres e PETs são itens típicos para reuso, pois podem ser reutilizados sem muito trabalho;
- Redes para remanufatura de produtos: a remanufatura geralmente é aplicada a equipamentos complexos ou maquinário com muitas partes;
- Redes para reciclagem de produtos: o tipo de material a ser reciclado, resíduos, embalagem e produtos usados definem o tipo de rede de reciclagem.

A necessidade de implantar uma rede de recuperação de produtos pode surgir devido à necessidade de se substituir, parcialmente ou integralmente, no processo de produção, materiais que eram normalmente extraídos da natureza. Esses materiais ou recursos secundários são resíduos, produtos usados ou componentes de produtos usados, que não são dispostos em aterros, mas são retornados para o mesmo processo ou para outro processo de produção.

Realizar planejamento de coleta e recuperação de produtos pode ser uma tarefa de grandes esforços, pois a forma de recuperação e a seqüência do processo geralmente dependem da quantidade e da qualidade em que se encontra o produto no momento da entrada para o processo de recuperação.

Fleischmann (2001) afirma que a etapa de retorno ou coleta caracteriza-se pela participação dos canais de retorno e passou a chamar a Logística Reversa de "Rede de Recuperação de Produtos". A partir de então, o valor é adicionado ao produto e este se move do produtor (que recuperou o produto) para o usuário como na cadeia tradicional. A Figura 2 descreve o processo. Para esse autor as redes de recuperação de produtos podem ser estruturadas do seguinte modo: fase de coleta e aquisição; fase de redistribuição; tipo de estrutura.

Figura 1 - Diagrama do Fluxo Básico da Logística Reversa.



Fonte: Adaptado de Wang, Yin, Ma, (2008)

Para Thierry *et al* (1995) e Fleischmann (2001, p. 51), "as redes de recuperação de produtos envolvem centros de triagem, reprocessamento e empresas de gerenciamento de resíduos". As informações para o gerenciamento dessas redes podem ser classificadas em 4 categorias:

- Informação sobre a característica do produto: as características físicas e econômicas do produto são interessantes tanto para descarte quanto para escolha da opção de recuperação;
- Informação sobre a magnitude e incerteza dos fluxos de retorno: o retorno de produtos usados pelo fabricante pode ter várias motivações, como cumprimento de legislação ambiental, produtos com falha técnica dentro da garantia etc. A disposição de um produto geralmente apresenta dúvidas, portanto, o fabricante deve avaliar as expectativas de quantidades esperadas, qualidade, localização e tempo de retorno para cada rede de recuperação;
- Informações sobre mercados para produtos, componentes, e materiais recuperados: deve-se avaliar os mercados potenciais para cada produto e as opções de recuperação. Produtos e materiais podem ser reusados pela própria empresa ou por outras empresas. Verifica-se o comportamento dos fornecedores de serviços, política de mercado e clientes. Essas responsabilidades podem definir diferentes locais para a rede reversa A incerteza aqui causa pesados danos no sistema da Logística Reversa;
- Informação sobre equipamentos de recuperação de produto e operações de gerenciamento de resíduos: envolvem equipamentos de recuperação e recursos humanos. Deve considerar quais as organizações envolvidas, os obstáculos, as quantidades de produtos processados (para cada recuperação de produto e opção de gerenciamento de resíduo), custos, rendimentos e impactos ambientais de todo o processo. Os aspectos relevantes são flexibilidade e custos.
- De acordo com Fleischmann (2001) a principal característica das redes de recuperação é a incerteza. A questão era apenas se os modelos são flexíveis o bastante para incluir os aspectos de

recuperação dos produtos. Por isso ao analisar a literatura sobre o assunto, o autor (*op.cit.*) fez uma análise quantitativa das redes de recuperação e formulou um modelo genérico de acordo com características e modelos encontrados na literatura. O autor cita que as redes de recuperação formam um elo entre dois mercados: um mercado onde o recuperador recolhe produtos utilizados e um mercado de reutilização onde se vendem produtos recuperados.

- Na estrutura da rede desenvolvida foram considerados três níveis intermediários de instalações: centros de separação, local em que as atividades de separação e inspeção são executadas; fábricas para o reprocessamento de bens e armazéns de distribuição. No entanto, Fleischmann (2001) distinguiu dois tipos de disposição final – recuperação e disposição – pois a recuperação pode não ser possível para todos os produtos coletados, o que é relevado durante a inspeção nos centros de triagem.
- O modelo da estrutura da rede de recuperação é mostrado na Figura 3.

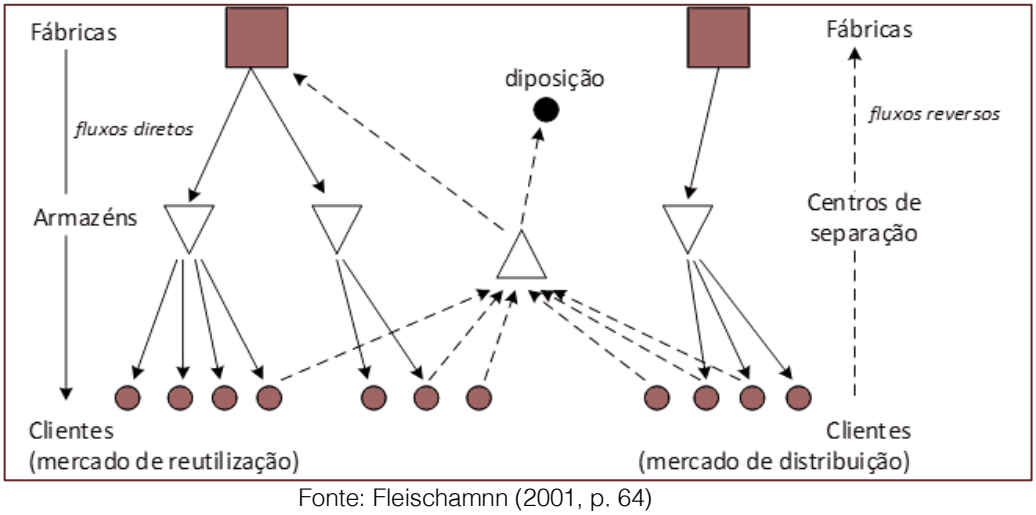
surge no fornecimento. Em um sistema tradicional de produção-distribuição, o suprimento é uma variável controlada na qual o tempo, quantidade e qualidade da distribuição podem ser controlados de acordo com a necessidade do sistema. Em contraste com o sistema de recuperação onde os suprimentos apresentam incertezas quanto à qualidade, quantidade e tempo de retorno do produto e por isso podem ser difíceis de controlar. Desse modo, os suprimentos aparecem como sendo a maior distinção entre a rede para recuperação de produtos e a tradicional.

Outro ponto importante é que fluxos reversos estão envoltos em um nível de incerteza considerável. Ao se definir um sistema de Logística Reversa, a incerteza sobre quantidade e qualidade se torna bastante relevante (THIERRY *et al.*,1995).

A diferença na distribuição entre a rede tradicional e a reversa é pequena. A incerteza na demanda para produtos recuperados produz essa situação. Possivelmente quando o mercado para produtos recuperados se estabelecerem e a rede para recuperação de produtos se tornarem padrão na cadeia de suprimentos esta diferença tenderá a desaparecer.

Todos estes fatores levam a concluir que um

Figura 3 – Estrutura de um modelo genérico de rede de recuperação.



Fonte: Fleischamnn (2001, p. 64)

Para Fleischmann (2001, p. 69), "as estruturas das redes de recuperação incluem a escolha de métodos de coleta, localização e capacidade de armazenamento, operações de recuperação e distribuição". Comparando estas tarefas com as redes convencionais de produção-distribuição, a maior diferença

sistema de Logística Reversa, embora envolva os mesmos elementos básicos de um sistema logístico tradicional, deve ser planejado e executado em separado e como atividade independente.

3.2 REDE REVERSA PARA REEE

3.2.1 RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS (REEE)

O lixo eletrônico é considerado resíduo ou resto de produto eletroeletrônico. Pode ser divididos em quatro categorias amplas (FEAM, 2009):

- Linha Branca: refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa e louça, secadoras, condicionadores de ar;
- Linha Marrom: monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED, aparelhos de DVD e VHS, equipamentos de áudio, filmadoras;
- Linha Azul: batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos, furadeiras, secadores de cabelo, espremedores de frutas, aspiradores de pó, cafeteiras;
- Linha Verde: computadores desktop e laptops, acessórios de informática, tablets e telefones celulares.

Ao fim de sua vida útil, esses produtos passam a ser considerados resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), ou simplesmente lixo eletrônico (*e-lixo*). Mas só chegam a esse ponto uma vez esgotadas todas as possibilidades de reparo, atualização ou reuso.

A indústria de eletrônicos é a que mais cresce no mundo. A busca por novas tecnologias que atendam às necessidades dos clientes faz com que os produtos tenham um ciclo de vida reduzido. Segundo o PNUMA (2010), entre 20 e 50 milhões de toneladas de "lixo eletrônico" são gerados por ano.

Sob o ponto de vista ambiental, o lixo eletrônico se configura em um grave problema, desde a sua produção até o seu descarte. Para serem produzidos, os computadores e outros aparelhos consomem uma enorme quantidade de recursos naturais, água e energia. Segundo Kuehr e Willians (2003 *apud* Miguez, 2010) para fazer um computador pessoal (PC) usa-se: 240kg de combustível fóssil (cerca de 9 vezes o peso do computador), 22 kg de produtos químicos e 1.500kg de água, 80% do consumo de energia está na sua fabricação, enquanto apenas 20% da energia são gastos durante o uso.

Segundo Miguez (2010), o relatório apresentado pelo Grupo de Ação *Basel* (*The Basel Action Network* – BAN) em 2005, 75% dos equipamentos de informática exportados para os países africanos eram lixo, ou seja, não era economicamente viável seu reaproveitamento.

Existem marcos regulatórios em relação ao *e-lixo*, entre eles a: WEEE (*Waste Electrical and Electronic Equipament*) desenvolvido pela União Européia em 2003 com a finalidade de reduzir os níveis de lixo eletrônico descartado nos aterros, e fornece diretrizes para a recuperação e a reciclagem de produtos eletroeletrônicos; e RoHS (*Restriciton on the use of Hazardous Substances*) promulgada em 2004 e aplicada a partir de 2006 para a substituição de algumas substâncias nos produtos eletroeletrônicos visando reduzir o impacto ambiental durante a disposição e a reciclagem (LEITE, 2009; MIGUEZ, 2010).

Já no Brasil a PNRS, sancionada em agosto de 2010, direciona as ações dos Municípios quanto aos resíduos sólidos gerados em seu território. Introduz a responsabilidade compartilhada (fabricantes, revendedores, governo, consumidores e recicladores) e dá destaque a logística reversa, mas deixou uma lacuna para o tratamento dos resíduos sólidos especialmente do lixo eletrônico. Todas as medidas previstas na PNRS visam à prevenção ambiental e estão em consonância com os objetivos do desenvolvimento sustentável.

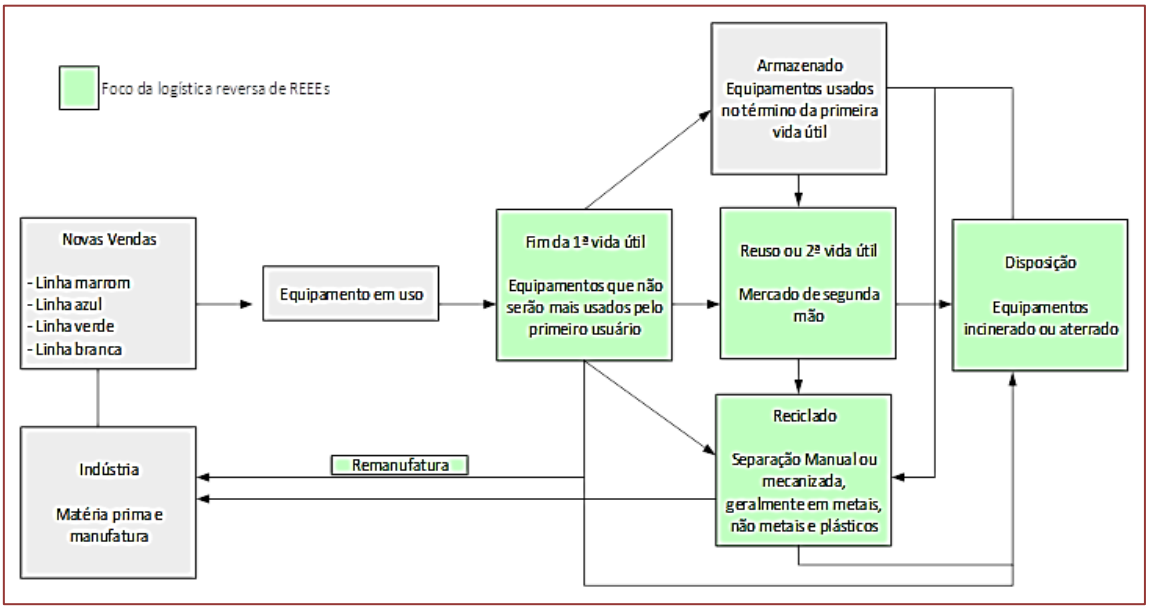
A recuperação do valor desses bens de consumo, após o uso, está se tornando uma necessidade. A logística reversa apresenta-se como uma estratégia para reduzir e reutilizar os resíduos, agregando valor aos bens pós-consumo. Não pode ser vista apenas como a ferramenta para auxiliar a coleta de produtos pós-consumo, mas sim como uma estratégia de gerenciamento de todo o caminho percorrido pelo produto após o uso até o seu descarte final (LEITE, 2009).

3.2.2 REDE REVERSA PARA REEE

Devido à redução dos ciclos de vida dos produtos eletrônicos e o crescente consumo, a recuperação do valor destes bens, após o uso, tornou-se essencial. A preocupação com o meio ambiente e a busca por um desenvolvimento sustentável surgiu como um paradigma importante na concepção de todas as políticas sociais e econômicas, sejam

públicas ou privadas. Logo, a logística reversa se apresenta como uma estratégia para reduzir e reutilizar resíduos estando em consonância com os princípios de um desenvolvimento sustentável.

É importante reconhecer que a logística reversa só começa quando um consumidor de fato descarta o seu equipamento eletroeletrônico.



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A redução da geração, o descarte correto de resíduos eletroeletrônicos e o reaproveitamento dos principais elementos recicláveis como insumo industrial presentes neste tipo de resíduos deve ser prioridade de qualquer sistema de gestão seja público ou privado, para a preservação do meio ambiente e da saúde pública. A partir da coleta seletiva de materiais e dos primeiros processamentos, os materiais seguem etapas com objetivos semelhantes, todavia com peculiaridades e tecnologias diferentes em função de suas naturezas. Essas diferenciações definirão as redes reversas que cada material deverá seguir (LEITE, 2009).

Assim, é importante ressaltar que reusar partes de produtos e matérias-primas pode ser economicamente viável devido à recuperação de valores dos materiais dispostos e aos benefícios ao meio ambiente. Desse modo a logística reversa torna possível tanto a redução dos impactos ambientais causados por produtos elétricos e eletrônicos, quanto o ganho de eficiência e sustentabilidade das operações nas organizações (FLEISCHMAN, 2001).

Basicamente, os REEEs são recolhidos e transferidos para unidades de reciclagem. A distribuição espacial dos pontos de coleta, dos locais de processamento e o transporte desses resíduos devem ser igualmente considerados no modelo lógico adotado, buscando minimizar os custos e permitindo a viabilidade da rede.

Verificou-se que as atividades da logística reversa aumentam o fluxo de bens dos consumidores para os produtores. No gerenciamento deste fluxo, oposto ao fluxo convencional está a importância do campo da logística reversa.

REFERÊNCIAS

[1] BALLOU, R. H. Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física. Tradução: Hugo T. Y. Yoshizaki. São Paulo: Atlas, 1993.

[2] Logística empresarial. Transportes, administração de materiais, distribuição física. Tradução de Hugo T. Y. Yoshizaki, professor da Escola Politécnica da USP. São Paulo: Atlas, 2009.

[3] BRASIL. 2010. Lei nº 12.305/10 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 12 ago. 2010.

a. CAXITO, F. (Coord.). Logística: um enfoque prático. São Paulo: Saraiva, 2011.

[4] COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM (CEMPRE), INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA (IPT). Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. Coordenação: Maria Luiza Otero D'Almeida, André Vilhena – 2.ed. São Paulo: CEMPRE. 2000.

[5] ESTRADA, D. (colaboradora do IPS). O segredo do modelo nórdico: Os riscos do lixo eletrônico. 2005. Terramérica (Pnuma) (Pnud), Inter Press Service (IPS) . Disponível em: <http://www.ips.org/ipsbrasil.net/nota.php?idnews=25.> Acesso em 15 jun.2010.

[6] FLEISCHMANN,. Quantitative Models for Reverse Logistics. New York: Springer-Verlag berin Heidelberg, 2001.

[7] FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). Diagnóstico da Geração de Resíduos Eletroeletrônicos no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009. 85p.

[8] INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA –IPEA. Diagnóstico dos Resíduos Sólidos de Logística Reversa Obrigatória: Relatório de Pesquisa. Brasília, DF, 2012.

[9] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Diretoria de Pesquisas, Departamento de População e Indicadores Sociais, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br. Acesso em: 10 mai. 2011.KUEHR,R.; WILLIANS,E. Computers and environment – understanding and managing their impacts. Kluwer. Holanda: Academic Publishers. United Nations University, 2003.

[10] LEITE, P.R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

[11] LEMES JÚNIOR, A. B.; PISA, B. J. Administrando micro e pequenas empresas. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

[12] MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. Fundamentos de metodologia científica. 6. edição. São Paulo, Atlas, 2006.

a. MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. Administração de materiais e recursos patrimoniais. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

[13] MIGUEZ, C. E. Logística Reversa como solução para o problema do lixo eletrônico: benefícios ambientais e financeiros. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010. 112 p.

[14] OLIVEIRA G. C. de; CAMARGO, S. A. F. de. O paradoxo do tratamento dos resíduos de equipamentos Elétricos e Eletrônicos. Anais do XVIII Congresso Nacional do CONPEDI, realizado em São Paulo –SP. 04, 05, 06 e 07 de novembro de 2009.

[15] PNUMA, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Sustainable Innovation and Technology Transfer Industrial Sector Studies: Recycling – from E-Waste to Resources. 2010. Disponível em:<http://www.unep.org/PDF/PressReleases/E-Waste_publication_screen_FINALVERSION-sml.pdf>. Acesso em 20 jun.2010.

[16] ROGERS,D.S.; TIBBEN-LEMBKE, R.S. Going backwards: reverse logistics trends and practices. University of Nevada, Reno - Center of Logistics Management, 1999. Disponível em http://rlec.org/reverse.pdf.

[17] STOCK, J. R. Reverse Logistics. Oak Brook, IL: Council of Logistics Management.1992.

[18] THIERRY, M.; SALOMON, M.; NUNEN, J. V.; WASSENHOVE, L. V. Strategic Issues in Product Recovery Management. California Management Review, v.37, n.2, p.114-135. 1995.

[19] WANG, Z.; YIN, J.H.; MA, W. A Fuzzy Modeling and Solution Algorithm for Optimization on E-Waste Reverse Logistics. In: Proceedings of the Seventh International Conference on Machine Learning and Cybernetics. IEEE. Kunming, jul, 2008. p. 472-478.

[20] WOLFER, S.; SANDER, H., GOGOLL, F. Reverse Logistics for waste Electrical and Eletronic Equipament (WEEE) in China: Application ofLinear Programming to Eco-Innovation in Industry. Institute of Global Business and Society – Cologne University of Applied Sciences. Globus Working Paper, nº 4, 2011.

CAPÍTULO 2

DETERMINAÇÃO DA FAIXA DA TAXA DE OCUPAÇÃO DOS BERÇOS DE UMA BASE DE DUTOS FLEXÍVEIS QUE MINIMIZE OS CUSTOS OPERACIONAIS

Pedro Chaves Meurer Moreira
Hostilio Xavier Ratton Neto
Pedro Henrique Maciel Lopes

Resumo: Em cenários políticos e econômicos nos quais o preço do barril do petróleo esteja em patamares baixos, as empresas do setor adotam estratégias sustentáveis para manter os seus volumes de produção de petróleo reduzindo investimentos e custos operacionais. Na indústria *offshore*, a interligação de poços submarinos é crucial para a produção. Essa atividade pode ser realizada por meio de dutos flexíveis, os quais são instalados por embarcações especializadas conhecidas como *Pipe Lay Support Vessels* (PLSVs). Neste artigo, apresenta-se um modelo de simulação de filas para uma base portuária de dutos flexíveis. O objetivo foi determinar a faixa da taxa de ocupação dos berços que minimizasse os custos operacionais. Os resultados mostram que os custos operacionais mínimos correspondem a valores de taxa de ocupação contidos em uma faixa entre 40% e 60%.

Palavras chave: Taxa de ocupação, Pipe lay support vessels, Teoria de filas, Simulação

1.INTRODUÇÃO

Interligação é a operação de conectar o poço submarino até a plataforma de produção. Em muitos casos, a distância entre ambos pode ser de quilômetros. Portanto, utiliza-se um duto para realizar a conexão.

Os dutos podem ser rígidos ou flexíveis. Por serem mais versáteis do que os rígidos, os dutos flexíveis vêm sendo amplamente utilizados na indústria *offshore* no Brasil desde a descoberta de óleo na Bacia de Campos (BICUDO, 2009).

As operações de movimentação, transporte marítimo e instalação dos equipamentos necessários ao desenvolvimento de um sistema de produção submarino demandam embarcações especializadas e de alto valor. No caso dos dutos flexíveis, a embarcação utilizada é o *Pipe Lay Support Vessel* (PLSV).

Os dutos flexíveis são armazenados nas bases de apoio. Além de servir para armazenar os dutos em terra, as bases de apoio são terminais portuários utilizados para carregá-los nos PLSVs, para que essas embarcações possam realizar as operações de interligação.

Se por um lado as operações de interligação de dutos custam caro, por outro, as empresas de petróleo enfrentam desafios em realizar a gestão de seus projetos reduzindo os investimentos e custos operacionais. Essa dificuldade torna-se mais evidente em cenários nos quais o preço do barril de petróleo esteja em queda no mercado.

Nesse contexto de demanda por interligações com restrição orçamentária, o objetivo deste artigo foi determinar a faixa da taxa de ocupação dos berços de uma base de dutos flexíveis que minimize os custos operacionais.

De acordo com Yusuf et al. (2013), dentre os conceitos de sustentabilidade, existe aquele que se refere a utilização de recursos de forma eficiente com o intuito de produzir efeitos positivos a longo prazo. Os autores ainda afirmam que, sob a ótica das organizações, essa maneira de atuar implica no uso consciente dos recursos visando garantir a existência da empresa a longo prazo e lucros no negócio. Assim, o artigo tem o intuito de auxiliar as companhias do setor a operarem de forma sustentável garantindo processos eficientes a custos reduzidos na área de serviços de Exploração e Produção (E&P).

O acervo de estudos acadêmicos não é abundante na área de serviços de E&P. Conforme observado por Kaiser (2010), a logística de apoio *offshore* pode ser citada como exemplo do setor que não é extensamente abordado na literatura acadêmica. Adicionalmente, Leite (2012) constata que muito do conhecimento logístico adquirido pelas empresas é de origem empírica. Dessa forma, este artigo também visa a contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico na área de serviços de E&P com procedimento proposto e empregado para a simulação da ocupação dos berços da base de dutos flexíveis pelos PLSVs.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

- VIAGEM PLSV

Os PLSVs realizam diversas viagens ao longo do ano para realizar as interligações dos dutos flexíveis. A viagem tem início no momento em que a embarcação, que se encontrava no fundeio, se dirige para atracar no terminal portuário. A atracação se dá quando existem demanda por serviço e pelo menos um berço livre.

O tempo de navegação entre o fundeio e a base pode variar de acordo com diversos fatores tais como proximidade física, limites de velocidades de navegação, existência e congestionamento do canal de acesso, aguardo de práticos ou de maré favorável para a navegação, entre outros.

Uma vez atracada, a embarcação está pronta para iniciar a operação na base. A operação principal dos PLSVs é o carregamento e descarregamento de dutos flexíveis. Também podem ocorrer o abastecimento de água e diesel, carregamento e descarregamento de materiais, equipamentos e alimentos e até trocas de turma. No entanto, com exceção das operações com os dutos, essas outras atividades também ocorrem quando a embarcação está na bacia.

Quando a operação portuária é concluída, a embarcação começa o procedimento de desatracação. Assim como na atracação, esse tempo pode variar de acordo com alguns dos fatores já citados anteriormente. O período entre a atracação e desatracação compõe o tempo de operação portuária.

Finalizada a desatracação, a embarcação parte em direção a bacia para fazer os

serviços de interligação das linhas flexíveis. Uma vez concluída a sua operação, a embarcação retorna ao fundeio da base, onde aguarda para realizar a próxima viagem.

O período entre a saída da base e retorno de uma embarcação ao fundeio compõe o tempo de viagem marítima. Esses tempos estão sujeitos a grandes variabilidades em função de inúmeros fatores como condições ambientais, mudanças de prioridades ao longo da viagem, surgimento de dificuldades operacionais não previstas, entre outros.

1.2.VALORES DOS RECURSOS ENVOLVIDOS E ATRASO NA INTERLIGAÇÃO

Os valores de diárias das embarcações estão fortemente ligados ao preço do barril de petróleo no mercado internacional e consequente nível de aquecimento da indústria. No caso brasileiro, esses valores também podem variar de acordo com a legislação, que pode incentivar mais ou menos a contratação de embarcações de bandeira brasileira, interferindo na concorrência entre as empresas.

Os custos operacionais dos berços também variam de acordo com o nível de aquecimento da indústria. No entanto, outros fatores também influenciam o nível dos preços tais como o número de berços contratados em uma mesma base ou no caso de berços multipropósitos, quando há o compartilhamento de um mesmo berço por embarcações de diferentes naturezas.

Outro fator que muito se discute na indústria *offshore* é o impacto do atraso das atividades das embarcações na produção do petróleo. Alguns trabalhos na literatura mostram a importância de não parar a produção devido aos seus altos valores envolvidos (LEITE, 2012). No caso dos PLSVs, o não cumprimento do cronograma previsto para a viagem pode causar um atraso na interligação dos poços e, consequentemente, postergar a produção de óleo.

Segundo o Relatório de Produção de Petróleo e Gás Natural de Fevereiro de 2015 da ANP, os 30 poços mais produtivos do Brasil produzem em média aproximadamente 25.000 barris de petróleo equivalente por dia. Assumindo o valor do barril de petróleo tipo *brent* no mesmo período na bolsa de Nasdaq, que foi de aproximadamente 63 dólares, o atraso de um dia na entrada em produção de um poço dessa natureza poderia resultar na postergação de aproximadamente de 1,6 milhões de dólares de receita para a companhia.

O sucesso na realização do projeto de entrada em produção de um poço de petróleo envolve muitos fatores que variam de projeto para projeto. No entanto, o atraso na interligação de um poço pode impactar negativamente a conclusão do projeto em tempo previsto e levar a postergação de receita para a empresa de petróleo. Levando em consideração que as companhias do ramo enfrentam problemas de fluxo de caixa, o custo do atraso da produção é de extrema importância e deve ser considerado nas análises.

1.3.IMPORTÂNCIA DA DETERMINAÇÃO DA FAIXA DA TAXA DE OCUPAÇÃO

Segundo Basso (2015), variações da economia mundial afetam a oferta e a demanda de petróleo, que por sua vez influenciam diretamente no dimensionamento dos recursos envolvidos. Nesse contexto, a determinação de uma faixa da taxa de ocupação portuária que minimize os custos operacionais justifica-se pois dificilmente a empresa conseguirá dimensionar seus recursos para operar com o custo mínimo a todo o momento.

Além disso, a determinação de uma faixa também oferece maior liberdade às empresas de petróleo no que tange às suas decisões estratégicas. Por um lado, a empresa pode optar por trabalhar com maior folga operacional quando opera em uma taxa de ocupação mais baixa. Por outro, quando não se tem uma oferta portuária abundante, a única solução para a diminuição da taxa de ocupação pode ser a construção de novos berços. Em casos de picos de demanda de curta duração, o aumento da capacidade portuária pode não se justificar, podendo-se operar com uma taxa de ocupação mais alta.

Por fim, em alguns casos na indústria *offshore*, os tempos envolvidos na contratação e vigência dos contratos podem ser extremamente longos. Como a demanda pode variar de forma mais rápida do que os tempos envolvidos nos contratos, torna-se muito difícil garantir sempre a operação na taxa de ocupação em que o custo é mínimo.

1.4.REFERENCIAL TEÓRICO

INDÚSTRIA DO PETRÓLEO

As atividades de Exploração e Produção *offshore* envolvem altos graus de incerteza tanto no que diz respeito às operações das unidades marítimas, quanto nas atividades das embarcações de apoio. Aronofsky (1962) já reconhecia a relevância do uso de abordagens de pesquisa operacional na indústria do petróleo. O autor destaca o uso da programação inteira para resolver os problemas de gestão, em particular os de programação de sondas de perfuração, visando operações de Exploração e Produção mais lucrativas.

Com relação às operações das unidades marítimas, Bassi et al. (2012) apresentam um método de simulação-otimização para lidar com o problema de planejamento, programação e dimensionamento da frota de sondas *offshore*. Segundo os autores, essa é a primeira abordagem estocástica para estudar esse tipo de problema. Os resultados apontam para aumento de eficiência logística no que tange às operações com sondas. Os ganhos não são apenas financeiros devido a diminuição do custo de transporte e aumento da produtividade, mas também na redução do tempo de planejamento, dos erros de programação, além do modelo poder ser usado como ferramenta de apoio à decisão.

No que tange às atividades de serviços de E&P, Shyshou et al. (2010) utilizam um modelo de simulação de eventos discretos para determinar o tamanho da frota de embarcações *Anchor-Handling Tug Supply* (*AHTS*). Essas embarcações são utilizadas para movimentar sondas de uma locação para outra, de acordo com o cronograma de atividades que devem ser realizados nos poços. Como o cronograma de cada sonda é realizado de forma independente, existe a possibilidade de que a demanda por movimentações ocorra de forma simultânea. Ademais, as operações dos AHTS estão sujeitas a condições ambientais estocásticas aumentando o grau de complexidade na programação e planejamento das atividades.

Maisiuk e Gribkovskaia (2014) também propõem um modelo de simulação de eventos discretos para determinar o tamanho da frota de embarcações de apoio *offshore*. Afirmam que operações associadas a movimentos de sonda são de natureza completamente diferente das atividades realizadas pelas embarcações de apoio *offshore*. Essas últimas têm como objetivo entregar a carga para as unidades marítimas e realizam um serviço periódico respeitando um cronograma semanal. No entanto, destacam que a execução do cronograma semanal é afetada pela estocasticidade das condições climáticas que, por sua vez, influenciam os tempos de navegação e de serviços nas unidades marítimas. A decisão do número de embarcações a serem contratadas para as operações futuras tem uma forte influência econômica das empresas.

Almeida (2009) utiliza um algoritmo genético para maximizar o nível de serviço e minimizar os custos. O algoritmo realiza duas rodadas: Na primeira nenhuma carga pode ser entregue em atraso. Já na segunda, admite-se o atraso de alguma carga de acordo com o nível de serviço requerido por cada unidade marítima. O modelo considera eventos estocásticos tais como direção da corrente marítima, condições climáticas e restrições de janelas de tempo nas unidades e disponibilidade no porto.

A pesquisa bibliográfica realizada indica a importância de se considerar eventos estocásticos no que diz respeito as atividades de serviços de Exploração e Produção. Verifica-se que muitas abordagens para a solução dos problemas de redução de custos, dimensionamento de recursos e aumento do nível de serviço envolvem simulação e/ou otimização.

1.5.OPERAÇÕES PORTUÁRIAS

Terminais portuários envolvem alto grau de complexidade no que tange aos seus processos operacionais. Murty et al. (2005) desenvolvem um estudo sobre sistemas de apoio a decisão em terminais portuários. Descrevem a variedade de decisões a serem tomadas de forma a reduzirem tempo de atracação, reduzirem necessidade de mão-de-obra, tempos de espera de carretas, e congestionamentos de veículos dentro do porto. Devido à complexidade das decisões em função das incertezas inerentes aos processos, destacam a necessidade do uso de sistemas de apoio a decisão como auxílio a uma melhor gestão do porto.

Já van Hee e Wijbrands (1988) descrevem um sistema de suporte a decisão para o planejamento de terminais de containers. Para cada elemento do sistema (berços, guindastes, carretas...) são desenvolvidos

modelos para descrever suas performances. O sistema de suporte decisão desenvolvido analisa a interação entre esses elementos através de um modelo global.

Dentre as ferramentas de apoio a decisão, a simulação se mostra eficiente no que diz respeito a análises de sistemas complexos conforme observado por (Legato e Mazza, 2001; Bielli, Boulmakoul e Rida, 2006). Já Shabayek e Yeung (2002) destacam pertinência da ferramenta para analisar a eficiência dos terminais portuários, em função da sua capacidade se representar particularidades complexas da realidade.

Segundo Uğurlu, Yüksekyıldız e Köse (2014), a simulação é muito utilizada em modelagem de portos para realizar análises de capacidades, eficiência e filas. Em seu estudo, um modelo de simulação para o terminal de BOTAŞ Ceyhan pipeline utilizando o programa AWESIM. São levados em consideração parâmetros operacionais tais como distintas taxas de chegada de embarcações, necessidade de praticagem e variações de condições climáticas. O objetivo do estudo é investigar as taxas de chegada, tempos de atracação e de manobra e capacidade de transporte de carga do terminal.

Ramani (1996) desenvolve um modelo de simulação computacional para planejamento da logística e das operações de container num terminal portuário. O modelo é usado para estimar indicadores de performance tais como ocupação dos berços, número de atracações e tempo de viagem dos navios para diferentes cenários. Destaca a importância de operações mais eficientes e eficazes aumentando a competitividade dos portos e reduzindo custos associados.

Shabayek e Yeung (2002) constroem um modelo de simulação para representar o terminal de container de Kwai Chung, utilizando o software Witness. O modelo fornece parâmetros como tempo médio de permanência no sistema e grau de utilização do terminal, possibilitando estabelecer uma relação entre custo e eficiência. Também pode ser utilizado para planejar a necessidade de novos berços ou estimar ganhos globais com a diminuição dos tempos de operação nos berços.

Legato e Mazza (2001) desenvolveram um modelo de simulação de eventos discretos para atividades relacionadas a processos de chegada, atracação e partida de embarcações num terminal portuário. Como um dos resultados, é mostrado que ferramenta desenvolvida é efetiva para avaliar os impactos no nível de serviço do aumento de recursos ou mudanças nas regras de alocação dos mesmos

Bielli, Boulmakoul e Rida (2006) criam um modelo de simulação orientada a objetos com o objetivo de auxiliar as práticas gerenciais, pois, segundo os autores, é possível testar a eficiência e robustez das diferentes estratégias de operação em ambientes não determinísticos.

Yun e Choi (1999), também desenvolvem um modelo de simulação orientada a objetos para a análise de um terminal portuário, considerando o portão de entrada, a área de armazenagem de containers e os berços.

Assim como no caso das atividades de serviços de Exploração e Produção, verifica-se que a simulação também é uma ferramenta adequada para a representação de operações portuárias, sendo amplamente utilizada nesse contexto por diversos autores.

1.6. DESENVOLVIMENTO DO MODELO DE SIMULAÇÃO PARA OPERAÇÃO DE PLSVS NAS BASES DE DUTOS FLEXÍVEIS

Optou-se por utilizar um modelo de simulação que represente um modelo de filas com frota fixa de embarcações. Assim, qualquer variação no tamanho da frota ou tempos de ciclo afetam diretamente a taxa de chegada das embarcações no porto, que por sua vez influenciam as viagens futuras.

O modelo tem como *inputs* o número de embarcações, o número de berços e as distribuições históricas dos tempos de operação portuária e viagem marítima. Os *outputs* do modelo são a fila média de embarcações no fundeio e a taxas de ocupação dos berços.

Dentro do modelo são construídos três “locais fixos” (porto, bacia e fundeio) e “recursos móveis” (embarcação) que, por sua vez, visitam os locais sempre seguindo uma mesma ordem (porto, bacia, fundeio).

Cada local possui uma capacidade associada para receber a visita de um recurso. Um local com capacidade unitária pode receber apenas um recurso por vez. Se durante a simulação, um segundo recurso quiser visitar aquele local, ele terá que esperar na fila de

até que o primeiro termine a sua visita. Assume-se que o fundeio e a bacia possuem capacidade infinita, portanto não existem filas de embarcações para visitar esses locais.

Já a capacidade do porto é representada pelo número de berços disponíveis. Considera-se que todos os berços estão sempre operacionais, ou seja, se o porto que possui um berço (capacidade unitária) oferta 24 horas de atracação por dia ao longo do ano, um porto com *n* berços oferta *n*.24 horas de atracação por dia ao longo do ano. Assim, a taxa de ocupação de 50% de um porto que possui apenas um berço representa 182,5 (365/2) dias de utilização por ano.

Para as embarcações que estão no fundeio, o modelo sorteia um tempo de operação portuária e de viagem marítima assim que um berço fica livre. Uma vez escolhida, a embarcação irá ocupar um berço pelo período de tempo sorteado. Quando esse tempo se esgota, a embarcação parte para realizar a viagem marítima que também terá a duração de acordo com o tempo sorteado. Ao final desse período, a embarcação volta para o fundeio estando disponível para realizar uma nova viagem.

O modelo considera que a demanda por viagens é constante. Assim, sempre que houver uma embarcação no fundeio e um berço livre, o modelo vai sortear os tempos operacionais e uma viagem terá início. Caso contrário, o berço permanece sem operação até que uma embarcação surja no fundeio, ou a embarcação aguarda até que o berço fique livre.

A premissa da demanda constante foi considerada para simplificação da modelagem. Na prática a demanda por atracações de PLSVs não é constante, sendo que a embarcação só atraca quando há demanda. Caso contrário, é comum a embarcação permanecer na bacia realizando outras operações, o que aumenta o tempo de viagem marítima.

O modelo considera apenas uma base de apoio, ou seja, após uma viagem marítima a embarcação volta para o fundeio da mesma base da viagem anterior. Também considera que não há restrições operacionais, podendo todas as embarcações atracarem em todos os berços.

O programa escolhido para a simulação foi o Promodel. Ele é um *software* de simulação de eventos discretos que pode ser utilizado para representar processos existentes da manufatura, logística e outros sistemas operacionais.

1.7. APLICAÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO

▪ LEVANTAMENTO DE DADOS

Foram levantados os dados relativos a 2014 de uma base de dutos flexíveis localizada no Brasil. Primeiramente, identificou-se o número de berços a ser considerado sendo necessário compreender quais operações cada berço realizava e se estavam disponíveis a maior parte do tempo. Também foi analisado se havia compartilhamento de operações de outras embarcações em um mesmo berço, uma vez que o estudo contempla apenas berços especializados e disponíveis a todo o momento. Considerou-se a utilização plena de dois berços.

Em seguida, levantou-se o tamanho da frota operando no porto durante o período estudado. Ao longo do ano de 2014, a frota, foi sendo alterada ao longo dos meses em função de inícios e términos de contratos de embarcações. Para cada embarcação foi considerada a sua primeira e última atracações do ano, de forma a se estimar qual foi a fração do ano em que ela operou na base. Somando-se todas as frações de tempo, obteve-se uma frota de 12 embarcações.

Por fim, foram levantados os tempos históricos de operação na base através da Tabela de Operação Portuária. Essa tabela é utilizada pela equipe da operação para controlar as atividades das embarcações na base. Ela possui dados sobre qual embarcação atracou, o berço utilizado, o término da atracação e desatracação, entre outras informações que não foram utilizadas no estudo. Um exemplo ilustrativo de duas atracações genéricas pode ser verificado na Tabela 1.

Tabela 1 - Tabela de Operação Portuária

Navio	Carregamento	Berço	Término da Atracação	Término da Desatracação
Embarcação A	EmbA-14/01	B1	05/01/2014 13:15	07/01/2014 07:30
Embarcação B	EmbB-14/02	B2	27/02/2014 21:40	28/02/2014 20:20

A coluna “carregamento” informa qual é o número da viagem que a embarcação vai fazer tendo como origem a base. Na primeira linha da Tabela 1, EmbA-14/01 indica que a Embarcação A fará sua primeira viagem em 2014. A segunda linha mostra que a Embarcação B fará sua segunda viagem em 2014.

Através da Tabela de Operação Portuária, foi calculado o tempo de operação portuária diminuindo o horário de Término da Desatracação do horário do Término da Atracação. Nesse valor já se considera as ineficiências, atrasos e interrupções na operação e o aguardo do prático e da maré favorável para a saída do canal.

Os tempos de viagem marítima também foram obtidos através da Tabela de Operação Portuária. Considerou-se que o tempo de viagem marítima é o intervalo entre o Término da Desatracação da viagem *n* e Término da Atracação da viagem *n+1* para uma mesma embarcação. Assim, o tempo de viagem marítima considera não só os tempos de navegação e operação na bacia, mas também os tempos de navegação no canal e aguardo no fundeio.

1.8.VALIDAÇÃO DO MODELO

Para a validação do modelo, o número de atracações na base e a taxa de ocupação dos berços obtidos como resultado, foram comparados com os parâmetros históricos. Assumiu-se que o modelo seria validado para diferenças entre resultados teóricos e reais menores ou iguais a 5%.

Primeiramente foram obtidas distribuições para os tempos de operação portuária e viagem marítima através de testes de aderência de Kolmogorov-Smirnov para 5% de nível de significância. Os testes foram realizados através *software* de análise estatística Statfit.

Optou-se por representar os tempos de entrada através de duas funções Gama de parâmetros representados na Tabela 2.

Tabela 2 - Distribuição dos tempos de entrada do modelo

Operação Portuária	Viagem Marítima
G(3.6, 0.792)	G(2.5, 10.6)

Os resultados obtidos através da simulação considerando dois berços, 12 embarcações e as distribuições dos tempos operacionais foram comparados com os dados históricos conforme ilustrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Comparação entre dados reais e simulados

Parâmetro	Real	Simulado	Variação percentual
Taxa de Ocupação	57,1%	56,7%	0,70%
Número de Atracações no Ano	143	146	-2,31%

As diferenças entre os resultados obtidos através de simulação e os dados históricos foram menores do que 5%. Assim, considerou-se o modelo validado.

2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Uma vez o modelo validado, foram simulados diferentes cenários variando o número de berços.

Para cada cenário, obteve-se como *output* do modelo as respectivas taxas de ocupação e fila média de embarcações no fundeio conforme pode ser verificado nas três primeiras colunas da Tabela 4.

Os custos relativos a diária de um berço e de uma embarcação são valores que muitas vezes não são divulgados publicamente pelas empresas. Assim, para a análise desenvolvida, foi considerada a razão entre o valor da diária do berço e o valor da diária da embarcação. Para o cenário base, assumiu-se que o custo da diária de um berço (CB) é de uma unidade monetária e o custo da diária da embarcação (CE) é de 3,5 unidades monetárias.

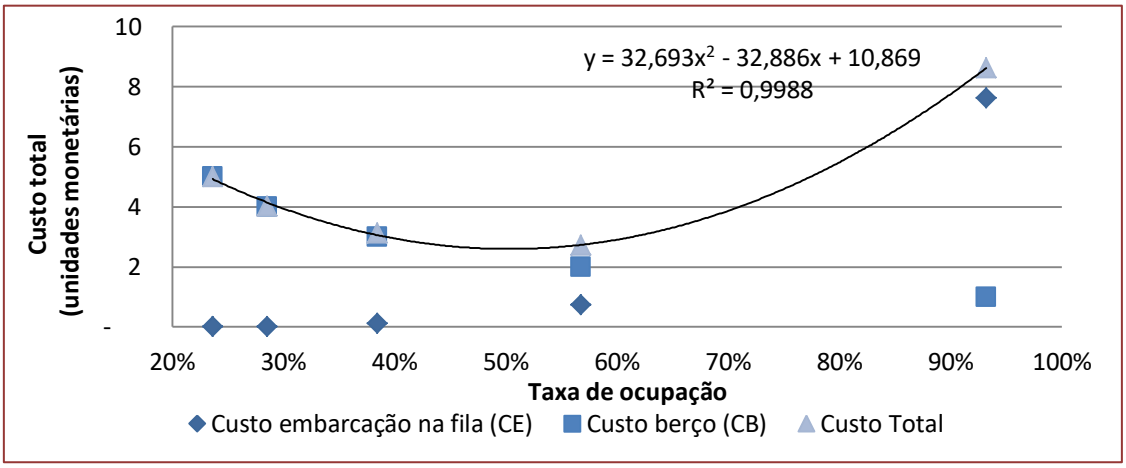
Para obter o custo operacional relativo à fila de embarcação no fundeio, multiplicou-se a fila média de embarcações pela sua respectiva diária (CE) adotada como premissa. Seguindo a mesma lógica, para cada cenário, também foram calculados os custos de operação da base multiplicando número de berços pela respectiva diária do berço (CB) adotada como premissa. Os resultados permitiram calcular o custo operacional total somando o custo de operação na base com o custo das embarcações na fila do fundeio. A Tabela 4 mostra os outputs e os custos em unidades monetárias para cada cenário simulado.

Tabela 4 - Custos da fila, custo da base e custo total em unidades monetárias

Nº de berços	Fila média	Taxa de ocupação	Custo fila	Custo base	Custo total
1	2,18	93%	5,7	1	6,72
2	0,21	57%	0,5	2	2,54
3	0,04	38%	0,1	3	3,09
4	0,00	29%	0,0	4	4,01
5	0,00	24%	0,0	5	5,00

Em posse dos dados obtidos, é possível encontrar a fórmula analítica que descreve o custo total de operação em função das taxas de ocupação dos berços, através de uma regressão polinomial de grau 2. Também foi calculado o valor do R^2 para verificar se a curva encontrada descreve de forma satisfatória os pontos analisados. O cálculo foi realizado utilizando como ferramenta o *software* Excel e os resultados são apresentados pela Figura 1.

Figura 1 - Curva do custo total em função da taxa de ocupação portuária



O valor obtido para o $R^2 = 0,9988$ indica que a fórmula analítica encontrada se aproxima dos pontos analisados.

A curva mostra que o custo mínimo de operação é obtido a uma taxa de ocupação do porto de 50%. No entanto, quando se transita na faixa entre 40% e 60% de taxa de ocupação, o custo mínimo tem um acréscimo de menos de 15%, conforme pode ser verificado na Tabela 5.

Tabela 5 - Custo total e acréscimo em relação ao cenário de menor custo para taxas de ocupação distintas

Taxa de ocupação	Custo total	Acréscimo em relação ao cenário de menor custo
40%	2,945	13%
41%	2,881	11%
42%	2,824	9%
43%	2,773	7%
44%	2,729	5%
45%	2,691	4%
46%	2,659	2%
47%	2,634	1%
48%	2,616	1%
49%	2,604	0%
50%	2,599	-
51%	2,601	0%
52%	2,608	0%
53%	2,623	1%
54%	2,644	2%
55%	2,671	3%
56%	2,705	4%
57%	2,746	6%
58%	2,793	7%
59%	2,847	10%
60%	2,907	12%

2.1.CONCLUSÕES E DIREÇÕES FUTURAS

Neste artigo foi apresentado um procedimento para determinar a faixa da taxa de ocupação dos berços de uma base de dutos flexíveis em que os custos operacionais sejam mínimos através de um modelo de simulação.

O modelo foi validado baseando-se na análise do caso real de uma base de linhas flexíveis brasileira. Os resultados obtidos apontam que o custo mínimo de operação é verificado com uma taxa de ocupação do porto de 50%. No entanto, verifica-se que dentro da faixa que vai de 40% a 60% de taxa de ocupação, o custo operacional tem um acréscimo de menos de 15% em relação ao custo mínimo.

Os resultados obtidos são de extrema importância para o auxílio da tomada de decisão das empresas de petróleo com relação a investimentos portuários, principalmente em cenários nos quais a indústria offshore passa por um momento de incertezas políticas e econômicas. Em situações dessa natureza a operação de forma sustentável torna-se crucial para a manutenção do lucro e sobrevivência da empresa.

Através do procedimento apresentado, também é possível auxiliar estudos em que se considere mais de uma base de apoio ao longo da costa e restrições operacionais de embarcações e berços. Espera-se ainda que o modelo possa ser aplicado em outros setores da indústria *offshore* ou até mesmo em outras indústrias.

REFERÊNCIAS:

[1] ARONOFSKY, J. S.. Linear programing: A programming: A problem-solving tool for a petroleum industry management. Journal of Petroleum Technology, 29(12), 1651-1653, 1962.

[2] BASSI, H. V. ; FERREIRA FILHO, J. M. ; BAHIENSE, L.. Planning and scheduling a fleet of rigs using simulation-optimization. Computers & Industrial Engineering, 2012;

[3] BIELLI, M.; BOULMAKOUL, A.; RIDA, M. . Object oriented model for container terminal distributed simulation. European Journal of Operational Research 175 (2006) 1731-1751, 2006.

[4] Boletim da Produção de Petróleo e Gás Natural Fevereiro 2015, Disponível em: www.anp.gov.br, Consultado em 23/05/2015.

[5] BICUDO, Ricardo Gomes Pereira Bicudo. Análise de instalação de Linhas Flexíveis. 2009. 97 p. Dissertação (Mestrado no Programa de Engenharia Oceânica – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

[6] DE ALMEIDA, M. R.. Algoritmos genéticos aplicados à programação de embarcações de apoio às operações offshore. In: XLI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, p. 1015–1026, 2009

[7] van HEE, K. M. ; WIJBRANDS, R. J.. Decision support system for a container terminal planning. European Journal of Operational Research 34 (1988) 262-272, 1988.

[8] http://www.nasdaq.com/markets/crude-oil-brent.aspx?timeframe=2y, Consultado em 23/05/2015

[9] KAISER, M. J.. An integrated systems framework for service vessel forecasting in the Gulf of Mexico. Energy, 35(7):2777-2795, 2010.

[10] LEGATO, P.; MAZZA, R. M.. Berth planning and resources optimisation at a container terminal via discrete event simulation. European Journal of Operational Research 133 (2001) 537-547, 2001.

[11] LEITE, Ricardo Penna. Maritime transport of deck cargo to Petrobras elds in Campos Basin: an empirical analysis, identification and quantification of improvement points. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado Departamento de Engenharia Industrial) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

[12] MAISIUK, Y. ; GRIBKOVSKAIA, I.. Fleet Sizing for Offshore Supply Vessels with Stochastic Sailing and Service Times. Procedia Computer Science, 2014

[13] MURTY, K. G. et al.. A decision support system for operations in a container terminal. Decision Support Systems 39 (2005) - 332, 2005.

[14] RAMANI, K. V.. An interactive simulation model for the logistics planning of container operations in seaports. Simulation, 1996.

[15] SHABAYEK, A.A.; YEUNG, W.W.. A simulation model for the Kwai Chung container terminals in Hong Kong. European Journal of Operational Research 140 (2002) 1-11, 2002.

[16] SHYSHOU, A. ; GRIBKOVSKAIA, I. ; BARCELO J.. A simulation study of the fleet sizing problem arising in offshore anchor handling operations. European Journal of Operational Research 2010;203(1):230-240.

[17] UĞURLU, Ö.; YÜKSEKYILDIZ, E. ; KÖSE E.. Simulation Model on Determining of Port Capacity and Queue Size: A Case Study for BOTAS Ceyhan Marine Terminal. The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation , 2014.

[18] YUN, Y. Y.; CHOI, Y. S. A simulation model for container-terminal operation analysis using an object-oriented approach. International Journal of Production Economics, 1999.

[19] YUSUF, Y. Y. et al.. The UK oil and gas supply chains: An empirical analysis of adoption of sustainable measures and performance outcomes. International Journal Production Economics 146 (2013) 501-514, 2013.

CAPÍTULO 3

MÉTODOS DE CUSTEIO ABC APLICADO A SOJA TRANSGÊNICA, PELOS SISTEMAS AGRÍCOLAS CONVENCIONAL E DE PRECISÃO, NA CIDADE DE DOURADOS.

Karoline Arguelho da Silva
Anamari Viegas de Araujo Motomiya
Maiara Pusch
Antonio Carlos Vaz Lopes
Fabiana Raupp

Resumo: A gestão de custos é de extrema importância para uma propriedade rural, pois a partir do momento que o gestor detém informações dos custos por atividade e/ou por produto do empreendimento, consegue diminuir seus custos e tomar melhores decisões. E como uma poderosa ferramenta para a gestão de custos é o método de custeio ABC. O objetivo mensurar o custo do plantio de soja transgênica em uma propriedade rural utilizando-se do custeio de absorção e baseado em atividades – ABC. Para tanto, realizou-se um estudo de caso em uma propriedade de 76 hectares. No que tange a aplicação do método ABC, considerando a complexidade da implantação do mesmo em indústrias, considera-se o método aplicável em propriedade rural haja vista que as atividades podem ser definidas com maior clareza devido ao número reduzido em relação a outros segmentos, adotando a pesquisa do tipo exploratória, desenvolvida por meio de estudo de caso e por informações coletadas através de entrevistas e visitas sistêmicas a propriedade. Dessa forma, foi possível apurar os custos dos produtos agrícolas soja. Analisando os valores obtidos tem se que o total de recursos que consideramos como custeio de absorção pois envolve todos os recursos utilizados desde o preparo até a colheita é igual ao total do custeio ABC, a diferença dos dois métodos se dá pelo método abc, por ser um método mais exemplificado, onde mostram o consumo por atividades, o que que facilita a compreensão do que está acontecendo com a safra de uma maneira geral para o produtor áreas consideradas técnicas como: preparo do solo, variedade de sementes, tipos agrotóxicos, dentre outros, voltadas ao gerenciamento da propriedade. Por meio do estudo, foi possível constatar a relevância da informação gerencial como suporte para tomada de decisão, independente do tipo de produto ou serviço.

Palavras-chave: Propriedade rural; Custeio ABC; Cultura de soja.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente com o avanço tecnológico e a crescente complexidade dos sistemas de produção, percebe-se na maioria das entidades um crescimento contínuo dos custos indiretos. E então surge a necessidade de um tratamento adequado na alocação dos custos indiretos de fabricação aos produtos, uma vez que os graus de arbitrariedade e de subjetividade desta alocação podem provocar enormes distorções.

A determinação dos custos é indispensável nas organizações, sejam agrícolas ou Industriais, pois, mais do que medir, é preciso saber com que intuito se quer conhecer os custos e se os custos medidos atendem a tais objetivos. Há a necessidade de utilização de instrumentos gerenciais eficazes que mostrem claramente os processos e seus custos para servir de base para a tomada de decisão por permitir a avaliação e o acompanhamento da gestão do agronegócio.

Neste contexto, surgiu o Custeio Baseado em Atividades (ABC), como metodologia capaz de melhorar a qualidade das informações de custos, tanto de processos quanto de produtos, bem como prover informações mais acuradas sobre atividades de produção e de suporte. Este método de custeio relata que, "a quantidade, a relação de causa e efeito e a eficiência e eficácia com que os recursos são consumidos nas atividades mais relevantes de uma empresa constituem o objetivo da análise estratégica de custos do ABC" NAKAGAWA (2001).

Todavia CHING (1997), o ABC (Activity-bassed-Costing) descreve a forma como a empresa emprega tempo e recursos para atingir determinados objetivos. Já para MARTINS (2000) o Custeio Baseado em Atividades, é um método de custeio que procura reduzir sensivelmente as distorções provocadas pelo rateio arbitrário dos custos indiretos.

Custeio Baseado em Atividades (ABC), visa também o aperfeiçoamento dos processos, com a visão horizontalizada, captando custos das atividades que poderão ser realizadas em vários setores da empresa ou propriedade rural.

Atualmente, as empresas buscam identificar como e onde os custos estão ocorrendo, ou seja, suas causas e seus efeitos. O controle efetivo dos custos e a coerente medição do desempenho se tornaram essenciais na gestão empresarial e são estas considerações que têm direcionado muitas empresas a adoção do sistema de custeio baseado em atividades (ABC).

Neste trabalho realizaremos um estudo de caso baseado nos métodos de custeio, onde levantamos dados da teoria que aplicamos na prática, afim de fazer uma análise do custeio de absorção e ABC, na fazenda Berté II, localizada no distrito de Itahum no Mato Grosso do Sul.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MÉTODOS DE CUSTEIO

Empregadas às terminologias referentes à contabilidade de custos, para tentar atingir a seus objetivos é necessária à correta alocação dos custos, o que segundo Hofer, Souza e Robles Jr (2007), não é uma tarefa fácil, já que, alguns custos incidem diretamente ao produto/serviço que se produz ou realiza, entretanto, existem outros que não podem ser atribuídos diretamente ao produto/serviço, estes são os custos indiretos e que, da mesma forma que os custos diretos, também devem ser alocados a fim de estabelecer o custo total do produto/serviço.

Portanto, no sentido de atingir o objetivo proposto neste trabalho, faz-se necessário a abordagem de dois métodos de custeio, um considerado como um método tradicional de custos e o outro mais contemporâneo e que tem sido foco de discussões em congressos e encontros da área de contabilidade de custos, sendo estes respectivamente o Custeio por Absorção e o Custeio Baseado em Atividades (ABC)

2.2 GESTÃO DE CUSTOS NA ATIVIDADE RURAL

A Gestão de Custos apresenta hoje grande relevância nas organizações. No que se refere à indústria, percebe-se sua importante atuação para a sobrevivência destas no contexto econômico brasileiro em que este setor se encontra. Conforme salienta Hansen e Mowen (2001), o sistema de informações de gestão de custos é um subsistema de informações contábeis que está preocupado primariamente com a produção de informações para usuários internos. O pensamento de Eldenburg e Wolcott (2007) complementa a visão de Hansen e Mowen

(2001), no que tange um sistema de gestão de custos, pois se refere ao foco de redução de custos e fortalecimento da posição estratégica da empresa, ocorrendo simultaneamente.

Portanto, a gestão de custos não deve ser vista apenas como a utilização de técnicas para a apuração de custos de produtos e serviços em termos monetários e sim a oportunidade de desenvolver uma análise mais ampla, de cunho gerencial, onde é constante a busca pela melhoria dos processos organizacionais. Em um processo de melhoria contínua, a eliminação do desperdício e a busca da minimização das atividades que não agregam valor são peças de fundamental importância.

O agronegócio representa toda a atividade de exploração da terra, seja por meio do cultivo de lavouras, florestas ou a criação de animais, cujo objetivo seja a obtenção de produtos que venham satisfazer às necessidades humanas (CREPALDI, 2012).

Na atividade rural, a contabilidade de custos pode ser caracterizada como um centro processador de informações que permite ao gestor rural o planejamento, a avaliação e o controle das atividades desenvolvidas na propriedade, proporcionando-lhe uma melhor tomada de decisão (SEGALA; SILVA, 2007). A partir da análise dos custos de produção, torna-se possível a avaliação da viabilidade da realização de investimentos, da análise da rentabilidade de culturas ou criações existentes na propriedade, além da análise das estruturas produtivas que podem proporcionar melhores resultados, considerando as características de cada propriedade.

Desta forma, o gerenciamento de custos para a tomada de decisões na atividade rural oportuniza a avaliação de informações que apresentam relevância estratégica para o gestor rural (SANTOS; MARION; SEGATTI, 2002). Sob esta perspectiva, Segala e Silva (2007) explicam que a utilização da contabilidade de custos no meio rural pode qualificar o processo decisório do gestor, fornecendo informações capazes de atender a estas necessidades informacionais que surgem nas empresas e propriedades rurais.

2.3 CUSTEIO POR ABSORÇÃO

O custeio por absorção significa dizer que devem ser adicionados ao custo da produção os custos reais incorridos, obtidos pela contabilidade geral e pelo sistema por absorção, que significa a inclusão de todos os gastos relativos a produção, quer diretos, quer indiretos com relação a cada produto.

O custeio por absorção consiste em um método da aplicação dos princípios da contabilidade. Para Martins (2006) consiste na apropriação de todos os custos de produção aos bens elaborados, e só os de produção; todos os gastos relativos ao esforço de produção são distribuídos para todos os produtos ou serviços feitos.

No Custeio por Absorção, a depreciação dos equipamentos e outros imobilizados amortizáveis utilizados na produção deve ser redistribuída aos produtos elaborados; portanto vai para o ativo na forma de produtos, e só vira despesa quando da venda dos produtos.

2.4 CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES (ABC)

Um dos maiores problemas enfrentados pela gestão de custos refere-se a como distribuir custos indiretos aos produtos e serviços elaborados. Como formas de diluição destes problemas, diversas tentativas são feitas, como o controle de custos por departamentos ou centro de custos.

Se uma empresa apresenta níveis significativos de gastos indiretos, porem uma produção homogênea, com um único produto, a alocação de todos os gastos, fixos ou variáveis, diretos ou indiretos, é extremamente simples. Basta colocar todos os gastos em um grande funil, associando-se gradualmente a produtos ou serviços. ABC é um método de rastrear os custos de um negócio ou departamento para as atividades realizadas e de verificar como estas atividades estão relacionadas para a geração de receitas e consumo dos recursos. O ABC avalia o valor que cada atividade agrega para a performance do negócio ou departamento.

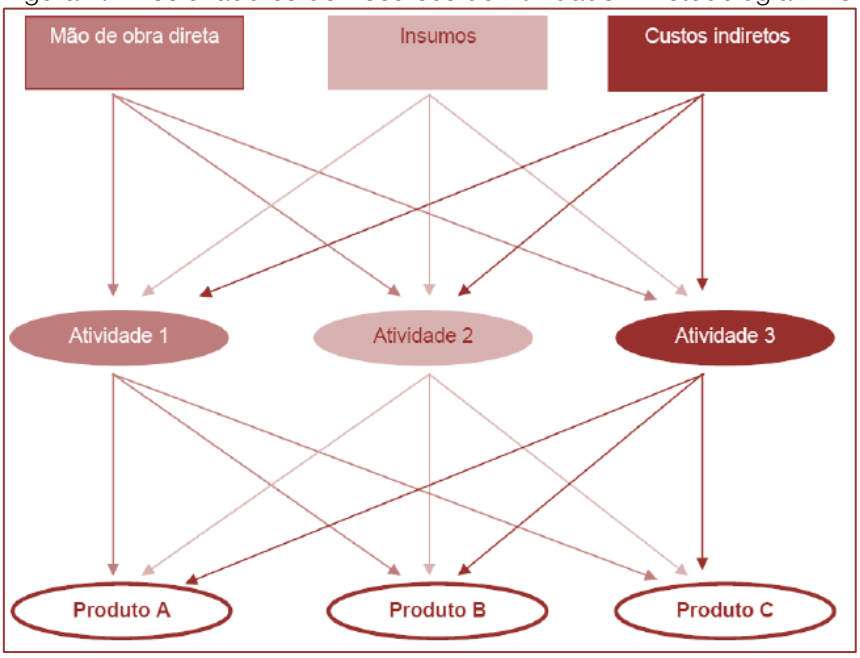
O Custeio ABC é segundo Leone e Leone (2010) bastante burocrático por ser muito detalhado, por isso não é unânime sua aceitação ou utilização, mas de qualquer forma, tem sido o método de custeio mais focado em congressos, encontros, livros, entre outros meios que discutem o tema “custos” apropriados a várias unidades através de algumas bases que não são relacionadas aos volumes dos fatores de

produção. Portanto, o cálculo do custeio baseado em atividades apura o custo acumulado pelas atividades desenvolvidas, oferecendo uma visão do andamento do processo como um todo, tendo como finalidade apropriar os custos baseados em atividade executados pela empresa, de forma adequada aos produtos.

Considerando estes conceitos, o método ABC, tem seu foco inicial não no produto, mas, nas atividades que são necessárias para a produção desse produto ou prestação dos serviços. O custo deste, será a soma dos custos das atividades que foram envolvidas em sua produção ou realização, tendo ao final o seu custo total. Assim, diferentemente do método de custeio por absorção que, se utiliza de critérios de rateio para alocação dos custos indiretos, no método ABC, desenvolve-se um processo de rastreamento destes custos. A diferença está em sua alocação, que não é inserida diretamente ao produto/serviço, mas nas atividades envolvidas na execução do processo, e só depois, alocadas aos produtos/serviços. Dessa forma, pode-se perceber que o ABC surge como uma solução para o problema da alocação dos custos indiretos, que são considerados a parte mais delicada do processo de apuração dos custos dos produtos/serviços.

A figura 1 demonstra a lógica de funcionamento do método de custeio baseado em atividades, que direcionam os custos não ao produto/serviço, mas, para as atividades que, posteriormente transferem os seus gastos aos produtos.

Figura 1. Direcionadores de Recursos de Atividade – Metodologia ABC



Fonte: (HOFER; SOUZA; ROBLES JR, 2007)

3. METODOLOGIA

A ciência tem como objetivo fundamental a proximidade à veracidade dos fatos e, para que um conhecimento seja considerado científico torna-se necessário determinar o método que possibilitou chegar a esse conhecimento. Em última análise, o método científico é um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento (GIL, 1996).

Quanto à forma de abordagem este estudo classifica-se como uma pesquisa quantitativa porque a apuração dos resultados pode ser quantificável, o que significa traduzir em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. A pesquisa também pode ser considerada qualitativa levando-se em conta a interpretação que será feita após a coleta de dados. Triviños (1987) sustenta que “a análise qualitativa pode ter apoio quantitativo”.

Segundo Marconi e Lakatos (2000), a pesquisa é exploratória, porque tem entre outras finalidades "aumentar a familiaridade do pesquisador com um ambiente, fato ou fenômeno, para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e clarificar conceitos". Gil (1996) diz ainda que "estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições", sendo seu planejamento bastante flexível e, na maioria dos casos, envolvem levantamento bibliográfico, documental, entrevistas não padronizadas e análise de exemplos que estimulem a compreensão do tema.

Foi realizada uma entrevista com um dos colaboradores da fazenda afim de tornar o estudo baseado em fatos verídicos, visando a análise da parte total dos custos e a parte parcial utilizada por cada hectare, foi aplicado um questionário com as seguintes perguntas:

- Quantidade total e quantidade parcial que foi gasto com sementes;
- Quantidade total e parcial que foi gasto com fertilizantes;
- Quantidade total e parcial que foi gasto com defensivos agrícolas;
- Quantidade total e parcial que foi gasto com mão de obra variável;
- Quantidade total e parcial que foi gasto com transporte, beneficiamento e armazenagem;
- Quantidade total e parcial que foi gasto com depreciação;
- Quantidade total e parcial que foi gasto com amortização;
- Quantidade total e parcial que foi gasto com arrendamentos;
- Quantidade total e parcial que foi gasto com pulverização aérea;
- Quantidade total e parcial que foi gasto com combustíveis e lubrificante;
- Quantidade total e parcial que foi gasto com conserto de maquinas, veículos e implementos agrícolas;
- Quantidade total e parcial que foi gasto com custos gerais variáveis;
- Quantidade total e parcial que foi gasto com mão de obra fixa;
- Quantidade total e parcial que foi gasto com custos gerais fixos;
- Quantidade total e parcial que foi gasto com despesas administrativas.

O Questionário foi desenvolvido levando em considerações fatores que ocasionam diferentes resultados no custeio baseado em atividades ABC, coletou-se o valor absoluto e o valor unitário de cada questão levantada no questionário. Após o recolhimento dos dados necessários, analisou-se os resultados obtidos, levando em consideração todas as informações a fim de se efetuar a análise correta.

A partir da metodologia determinada para o estudo, foi possível desenvolver o questionário do custeio baseado em atividades ABC, cujo objetivo é que seja otimizado todo e qualquer custo de um negócio, bens, serviços, e verificar se todas as atividades estão relacionadas com o consumo dos recursos, agregando ou não valor ao procedimento adotado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA UNIDADE DE ESTUDO

O estudo realiza-se em uma fazenda localizada no distrito de Itahum em Mato Grosso do Sul. Trata-se de uma propriedade rural de pessoa física, que já está há mais de 25 anos no ramo da agricultura, e este ano começou a produzir grãos de soja transgênico. A mesma conta com uma área própria de 76 hectares de área produtiva.

4.2 IMPLEMENTANDO O MÉTODO ABC

Este item dedica-se na apresentação dos dados coletados no estudo de caso. Os dados aqui foram obtidos através de entrevista com o próprio produtor rural.
Assim, a ordem da apresentação dos resultados reflete as fases de implantação do modelo. Identificação dos recursos utilizados, mapeamento das atividades, escolha dos direcionadores de recursos e apuração do custo de cada atividade.

4.3 RECURSOS UTILIZADOS

A tabela 1 apresenta os gastos totais na produção da lavoura de soja, sendo listados todos os recursos utilizados desde o plantio até a colheita.

Tabela 1. Recursos totais diretos

Insumos	Fertilizante	57.798
	Corretivos	27.740
	Inseticida	7.342
	Fungicida	15.011
	Herbicida	4.422
	Adubo Foliar	593
	Mão-de-obra variável	1.200
	Amostragem de solo	2.888
	Mao de obra fixa	2.400
	Serviços terceirizados	42.488
	Diesel	12.312
	Dessecação para colheita	2.584
	Semente	21.600
Total		198.377
Outros custos	ITR	539,6
	CCIR	167,2
Total		706,8

Fonte: Dados do autor

Os gastos diretos podem ser apropriados no cultivo, com maior facilidade, visto que as compras são realizadas para aquele fim e a utilização de cada insumo é controlada pelo produtor. Já os gastos indiretos, como é o caso da depreciação exige um conhecimento técnico para o cálculo e direcionamento do recurso. Dessa forma, considerou-se um prazo de vida útil de 15 anos para cada máquina, o valor residual considerado aqui foi de 10% do valor do bem, e por fim a depreciação que se deu pela diminuição do valor do bem e valor residual dividido pela vida útil, segue a expectativa de venda do bem após a utilização do mesmo.

Tabela 2 - Máquinas e equipamentos

Bens/Máquina	Valor do Bem (R$)	Valor Residual (R$)	Valor a depreciar (R$)	Vida útil (anos)	Depreciação anual (R$)
Trator	105.000,00	105.000,00	94.500,00	15	6.300,00
Tratador de semente	5.000,00	500,00	4.500,00	15	300,00
Calcariadeira	35.000,00	3.500,00	31.500,00	15	2.100,00

Fonte: Dados do autor

Embora a Tabela 1, apresente dados acerca do custo de cada recurso utilizado não traz informações capazes de contribuir com a gestão de custos. É justamente nesse aspecto que o ABC deve contribuir com a gestão de custos, apresentando informações sobre o custo de cada atividade. Para tanto, fez-se o mapeamento das atividades com auxílio do conhecimento do produtor.

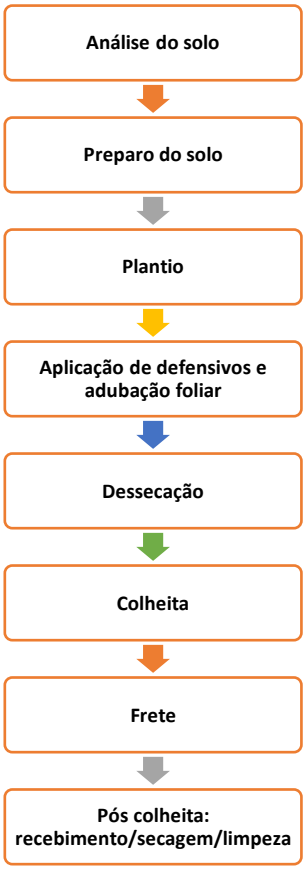
MAPEAMENTO DAS ATIVIDADES

As atividades das culturas foram separadas em 8 atividades: Análise do solo; Preparar o solo; Plantio; Aplicação de defensivos e adubação foliar; Dessecação para a colheita; Colheita; Transporte; Pós Colheita.

As atividades de análise e preparo do solo são realizadas em várias etapas, conforme a necessidade do solo e/ou controles de pragas, portanto optou-se por segregar tais atividades para melhor detalhamento das informações. As etapas a seguir estão representadas na figura 2.

- Análise De Solo - Retirada de uma amostragem da área para análise química, a fim de conhecer as deficiências do solo para possíveis correções.
- Preparo Do Solo - Preparar o solo para a realização do plantio, aplicação de herbicidas e aplicação dos corretivos, que são gesso e calcário. Para realização destas atividades foi preciso contratar serviços de terceiros no caso a pulverização, para aplicação dos corretivos foi aplicado com os próprios maquinários da fazenda entrando em consideração o consumo de combustível.
- Plantio - Para realização do plantio foi necessário contratar serviços de terceiros, sendo um conjunto trator-semeadora e mão de obra terceirizada levando em conta o consumo de combustível.
- Aplicação De Defensivos E Adubação Foliar - Nesta atividade são realizados a aplicação de inseticidas, fungicidas e adubação foliar, sendo necessário contratar serviços de terceiros.
- Dessecação Para Colheita - É realizado a aplicação de dessecantes para realização da colheita.
- Colheita - Nesta atividade é realizado a contratação de terceiros e feito a colheita dos grãos.
- Transporte - Nesta atividade é realizado o transporte dos grãos da lavoura até uma unidade de recebimento de grãos, ou seja, uma unidade armazenadora.
- Pós-colheita - É realizado o recebimento dos grãos na unidade para fins de limpeza e secagem destes grãos.
- Venda - Após o processamento destes grãos o produto se encontra em condições de venda, cabe ao produtor decidir se vai vender diretamente ou esperar um melhor preço.

Figura 2 - Direcionamento e detalhamento das atividades



Fonte: Dados do autor

O mapeamento das atividades, possibilita maior reflexão sobre as atividades na propriedade. Assim como o ABC contribuiu com melhor gerenciamento das atividades no setor industrial, essa contribuição pode ser importante na propriedade rural já que a mensuração das mesmas possibilitaria ao produtor maior clareza na decisão de realizar tal atividade, uma vez que teria a informação de quanto custa e quais os benefícios trazidos pela mesma.
Para a mensuração do custo de cada atividade fez-se a escolha dos direcionadores de recursos às atividades. Nessa etapa considera-se que as atividades consomem os recursos, para tanto atribui-se o custo para cada atividade por meio dos direcionadores.

4.5 DIRECIONADORES DE RECURSOS

A escolha dos direcionadores dos recursos às atividades deram-se conforme apontamentos do produtor afim de possibilitar e facilitar o controle. A tabela 3 apresenta os direcionadores de recursos utilizados, conforme a característica do insumo.

Tabela 3 - Direcionadores de Recurso

Insumo	Direcionador de Recurso	Controle
Óleo Diesel	Quantidade de litros/hora	Média de consumo em função do rendimento da máquina
Adubo	Quantidade de ton/ha	Controle de aplicação
Herbicida	Quantidade de litros/hora	Controle de aplicação
Semente	Quantidade de kg/ha	Controle de aplicação
Fungicida	Quantidade de litros/ha	Controle de aplicação
Inseticida	Quantidade de litros e kg/ ha	Controle de aplicação
Randap	Quantidade de litros/ha	Controle de aplicação
Adubo foliar	Quantidade de litros/ha	Controle de aplicação

Fonte: Dados do autor.

Os direcionadores dos custos indiretos, mão de obra e Depreciação, assim como os custos diretos, foram calculados por hectares, para cada atividade considerando-se um período de 8 horas por dia de trabalho, num valor de R$ 12,50 a hora trabalhada (com encargos) no período do plantio, quando não está na época do plantio a hora trabalhada é de R$5,00 que é o valor pago sem época de plantio, assim obteve-se um valor de quanto custa a mão de obra para cada hectare trabalhado na cultura da soja transgênica.
Na depreciação foram utilizados somente os maquinários envolvidos no estudo, conforme Tabela 2, a propriedade possui outros bens que se optou por não mencioná-los no estudo uma vez que não afetam os custos das atividades analisadas. Para cálculo da depreciação considerou-se a taxa de 10% ao ano do valor dos maquinários.

Tabela 4 - Custeio Por Atividades ABC

Atividades	Unitário (R$)	Total (R$)
Atividade 1 - Amostragem de Solo		
Realização da análise das amostragens	38,00	2.888,00
Atividade 2 - Preparo do solo		
Serviço de terceiros (Pulverizador)	17,00	1.292,00
Aplicação de herbicida	58,19	4.422,44
Aplicação de corretivos- Gesso	150,00	11.400,00
Mão de obra fixa	5,00	2.400,00
Aplicação de corretivos- Calcário	215,00	16.340,00
Diesel	108,00	8.208,00
Atividade 3 - Plantio		
Fertilizante	760,50	57.798,00
Semente	284,21	21.600,00
Serviço terceiros (Conj. Trator-semeadora)	150,00	11.400,00
Mão de obra variável	12,50	1.200,00
Diesel	54,00	4.104,00
Atividade 4 - Aplicação de Defensivos e adubação foliar		
Adubação foliar	7,80	592,80
Inseticida e fungicida	294,11	22.352,36
Serviços Terceiro (Pulverizador)	17,00	1.292,00
Atividade 5 - Dessecação para colheita		
Aplicação de dessecante	34,00	2.584,00
Serviço de terceiros (Pulverizador)	17,00	1.292,00
Atividade 6 - Colheita		
Serviço terceiros	2,75 sacas/ha*	12.540,00
Atividade 7 - Transporte		
Frete	1,00 R$/saco**	4.180,00
Atividade 8 - Pós-Colheita		
Recebimento/secagem/limpeza	2,51 R$/saco***	10.491,80
Total		198.377,40

Fonte: Dados do autor. * e o preço da saca foi considerado de R$60,00 sacas/há, e esse valor é cobrado levando em conta uma produção de 55 sacas/ha. ** é considerado a mão-de-obra de duas pessoas.

O custeio por atividades permite o conhecimento do custo de cada atividade, nesse estudo o objeto de custeio é cada atividade por hectare cultivado, ou seja, tem-se a informação do custo de cada atividade. Dessa forma, o custo total da preparação do solo se dá pela soma das atividades realizadas cujo objetivo seja preparar o solo. O mesmo procedimento foi adotado para as demais atividades (análise do solo, preparo do solo, plantio, aplicação de defensivo e adubação foliar, dessecação para a colheita, colheita, transporte, pós colheita e mão de obra).

Tabela 5-Custos dos Cultivos do hectare (soja)

Atividades	R$/ha	%	R$/Total	%
Preparo do solo	398,19	18,2	30.262,44	18,2
Plantio	1.248,71	57,1	94.902,00	57,1
Colheita	165,00	7,5	12.540,00	7,5
Aplicação de defensivos e adubação foliar	318,91	14,6	24.237,16	14,6
Transporte	55,00	2,5	4.180,00	2,5
Total	2.185,81	100,0	166.121,60	100

Fonte: Dados da autora.

A Tabela 5 evidencia o custo das atividades em cada cultivo, por hectares e total. Essa informação pode auxiliar na gestão das atividades uma vez que se tem o conhecimento do custo que esse terá para colher.
Nesse estudo, identifica-se que o cultivo da soja possui o maior custo por hectare, no plantio e possui maior custo total no preparo do solo e no plantio.
É um auxílio para o produtor por possuir a informação do custo de cada atividade, e verificar-se que a atividade contribuiu ou não com o custo elevado da plantação, uma vez feita essa identificação possibilita-se uma análise mais detalhada, como por exemplo, o preço da semente e fertilizantes, dentre outros.

Tabela 6-Demonstrativo de Resultado do Exercício 2016

Descrição	Valores
Receita Operacional	R$ 250.800,00
(-) Deduções	R$ 194.777,40
(=) Receita liquida	R$ 56.022,60
(-) Custo Variável	R$ 1.200,00
(-) Custo Fixo	R$ 2.400,00
(=) Receita Bruta	R$ 52.422,60
(-) impostos	R$ 706,80
(=) Resultado liquido	R$ 51.715,80

Fonte: Dados da autora.

Acima foi realizado o Demonstrativo de Resultado do Exercício da safra de soja levando em consideração os valores apontados pelo proprietário, como receita operacional estimamos um valor de R$60,00 por saca, e uma quantidade de 55 sacas e como imposto o proprietário descreveu pagar no itr R$7,10 por hectare e por ccir 2,20 por hectare.

5. CONCLUSÃO

O estudo apresentou como objetivo mensurar o custo do plantio de soja transgênica em uma propriedade rural utilizando-se do custeio de absorção e baseado em atividades – ABC. Para tanto, realizou-se um estudo de caso em uma propriedade de 76 hectares. No que tange a aplicação do método ABC, considerando a complexidade da implantação do mesmo em indústrias, considera-se o método aplicável em propriedade rural haja vista que as atividades podem ser definidas com maior clareza devido ao número reduzido em relação a outros segmentos.

Este estudo possibilitou ao agricultor a identificação das atividades realizadas na produção de Soja transgênica, de modo geral, pode-se identificar os custos por atividades e o custo total de cada cultivo. Os resultados, em termos de aplicação do método ABC são considerados satisfatórios uma vez que com a redução do número de atividades pode-se reduzir a complexibilidade do modelo.

Apesar das limitações do estudo, por se tratar de um estudo de caso único, pode-se inferir que na propriedade rural estudada, a aplicação do método de custeio ABC proporcionou informações relevantes acerca de custos. Identificaram-se as atividades que mais consomem recursos preparo do solo e o plantio.

Analisando os valores obtidos tem se que o total de recursos que consideramos como custeio de absorção pois envolve todos os recursos utilizados desde o preparo até a colheita é igual ao total do custeio ABC, a diferença dos dois métodos se dá pôr no método abc, ser um método mais exemplificado, onde mostram o consumo por atividades, o que que facilita a compreensão do que está acontecendo com a safra de uma maneira geral para o produtor

.

REFERÊNCIA

[1] ANDRADE, M.G.F.; MORAIS, M. I.; MUNHÃO, E.E.; PIMENTA, P.R. Controle de custos.

[2] CHING, Hong Y. Gestão Baseada em Custeio por Atividade – ABM – Activity Based Management. São Paulo: Editora Atlas 1997.

[3] COOPER, R.; KAPLAN, R.S. Measure costs right: make the right decisions. Harvard Business Review, v. 66, n. 5, p. 96-103, 1988.

[4] CREPALDI, S. A. Curso básico de contabilidade de custos. São Paulo: Atlas, 2012.

[5] ELDENBURG, L.G.; WOLCOTT, S.K., Gestão de custos: como medir, monitorar e motivar o desempenho. Tradução de Luís Antônio Fajardo Pontes; ver. tec. George S.Guerra Leone. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

[6] HANSEN, Don R.; MOWEN, Maryanne M. Gestão de custos: contabilidade e controle. São Paulo: Pioneira: Thomson Learning, 2001

[7] HOFER, Elza. SOUZA, José Antonio de. ROBLES JR, Antonio. Gestão estratégica de custos na cadeia de valor do leite e derivados. Custos e @gronegócio on line - v. 3 – Edição Especial – Maio – 2007.

[8] LEONE, George Sebastião Guerra. LEONE, Rodrigo José Guerra. Curso de contabilidade de custos. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

[9] MARTINS, Eliseu. Contabilidade de Custos. 6ª Edição. São Paulo. Editora Atlas, 2000.

[10] MARTINS, Eliseu. Contabilidade de custos. 9. ed. 7. reimpr. São Paulo: Atlas, 2006. 370 p.

[11] NAKAGAWA, Masayuki. ABC: custeio baseado em atividades. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2001. 96 p. na agricultura: um estudo sobre a rentabilidade na cultura da soja. Custos Agronegócio on line v. 8, n. 3, 2012.

[12] SANTOS, José; MARION, José Carlos; SEGATTI, Sônia. Administração de custos na agropecuária. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2002. 165 p.

[13] SEGALA, C. Z. S.; SILVA, I. T. Apuração dos Custos na produção de leite em uma propriedade rural do município de Irani - SC. Custos e @gronegócio on line, v. 3, n. 1, p. 61-86, 2007.

CAPÍTULO 4

RELAÇÃO ENTRE CRESCIMENTO ECONÔMICO E GASTOS PÚBLICOS DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO SUL DO BRASIL

Larissa Degenhart
Mara Vogt
Nelson Hein
Adriana Kroenke

Resumo: Este estudo objetiva investigar a relação existente entre o crescimento econômico e gastos públicos dos municípios da região Sul do Brasil. Realizou-se uma pesquisa descritiva com abordagem quantitativa, mediante corte seccional. O período de análise compreendeu o ano de 2010. A população do estudo foi composta por todos os municípios do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Já a amostra constitui-se dos dez maiores e dez menores municípios de cada Estado analisado. Os resultados revelam um erro de estimação de 22,12% em média e, o poder de explicação do modelo foi de 96,5%, ou seja, apresenta alta confiabilidade. Conclui-se que há uma relação entre o crescimento econômico e os gastos públicos dos municípios analisados. Assim nota-se que esses gastos apresentam um papel importante no crescimento econômico da região Sul do Brasil.

Palavras-chave: Crescimento econômico; Gastos Públicos; Região Sul do Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A relação entre o crescimento econômico e as despesas do governo têm atraído o interesse de diversos economistas, pesquisadores e formuladores de políticas públicas (Abu-Bader & Abu-Qarn, 2003). Nesse sentido, Baldacci et al. (2008) salientam que o papel do capital humano para a promoção do desenvolvimento econômico é um tema considerado relevante na literatura referente o crescimento econômico.

Nesse sentido, Oliveira (2004) destaca que desde a metade da década de oitenta, o interesse em analisar os determinantes do crescimento econômico foi sendo renovado. Os estudos realizados por Romer (1986) e Lucas Jr. (1988) consagraram-se importantes, pois possibilitaram um novo impulso aos esforços da pesquisa relacionada à análise do crescimento econômico.

Para tanto, conforme Gregoriou e Ghosh (2009) a literatura que abrange a política fiscal e o crescimento econômico têm normalmente dentre os estudos realizados, o objetivo de investigar os efeitos da despesa pública global em relação ao crescimento econômico, ou os aspectos que diferenciam os componentes da despesa pública para com o crescimento.

Desse modo, autores como Romer (1986), Aschauer (1989), Barro (1989: 1990), Chu et al. (1995), Mello Jr. (1996), Cândido Júnior (2001), entre outros, estabelecem a partir de seus estudos que os gastos públicos podem elevar o crescimento econômico, a partir do aumento da produtividade do setor privado. Desde então, vários estudos foram realizados, na busca de explicar as diferenças do crescimento econômico com os gastos públicos (Oliveira, 2004). Cândido Júnior (2001) ressalta que a preocupação dos efeitos dos gastos públicos na economia é recorrente, sobretudo, quando relacionado com os impactos destes sobre o crescimento.

Nesse contexto vários estudos foram realizados com o intuito de analisar a influência do capital público sobre a produtividade e o Produto Interno Bruto (PIB), ou seja, crescimento econômico, apresentando-se com resultados significativos, sendo que Aschauer (1989) foi um dos autores a abordar esse tema, a partir de dados da economia norte americana, evidenciando a partir da análise dos dados, um crescimento no capital público, o que implica um aumento considerável no PIB.

No âmbito nacional, Ferreira (1994) e Ferreira e Malliagros (1998), encontraram relação entre os investimentos realizados em infraestrutura e o crescimento econômico. Dessa forma, Ferreira (1994) evidenciou a partir de seu estudo, que um crescimento econômico no capital investido em infraestrutura, gerava a longo prazo, aumento no PIB. Contudo, há poucas evidências de estudos empíricos que utilizaram bases de dados locais para efetuarem uma avaliação do crescimento econômico, entre estes, destaca-se Mello Jr. (1996), Lledó (1996), Ferreira e Malliagros (1998), Cândido Júnior (2001), Oliveira (2004); Resende e Figueiredo (2005), Marques Junior, Oliveira e Jacinto (2006), Mata et al. (2006), Rocha e Giuberti (2007).

Contudo, a política fiscal segundo Bogoni, Hein e Beuren (2011) é composta por um conjunto de políticas, planos e ações que o governo aproveita para injetar e diminuir os recursos na economia, conforme suas prioridades, bem como, disponibilidades de recursos. Assim, a política fiscal é utilizada como instrumento de estabilização econômica, sendo que não se pode deixar de considerar que o governo frente esta questão exerce um papel fundamental, até mesmo no âmbito local, uma vez que a provisão de bens públicos poderá influenciar na produtividade e na qualidade de vida das pessoas na sociedade como um todo.

Frente ao exposto, destaca-se a seguinte questão que norteia esta pesquisa: Qual é a relação existente entre o crescimento econômico e gastos públicos dos municípios da região Sul do Brasil? Com o intuito de responder a questão apresentada, dentre um conjunto de fatores, o objetivo deste estudo é investigar a relação existente entre o crescimento econômico e gastos públicos dos municípios da região Sul do Brasil.

Esta pesquisa justifica-se em função da relevância dos gastos públicos em relação ao crescimento econômico, bem como, no processo de estabilização econômica, pois no contexto atual, a política macroeconômica tem como elemento essencial o ajuste fiscal, com o intuito de reforçar o aumento da

produtividade dos gastos públicos e a busca de alocação de recursos mais eficiente com objetivo de alavancar o setor produtivo.

A relevância do estudo baseia-se nos argumentos de Rocha e Giuberti (2007), pois ainda sabe-se pouco sobre como a composição do gasto público pode afetar a taxa de crescimento econômico de um país. Para tanto, a solução passará a depender, entre outras questões, da contribuição que cada um dos componentes do gasto público exerce sobre o crescimento econômico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Na revisão de literatura são abordados aspectos que visam explorar fatores relacionados ao crescimento econômico e gastos públicos, baseado nos modelos exógenos e endógenos determinantes do crescimento, que norteiam o desenvolvimento e as premissas para consecução do estudo. Na sequência destacam-se os gastos produtivos e improdutivos e, posteriormente, com o objetivo de contextualizar o tema, são apresentados os estudos anteriores encontrados na literatura nacional e internacional, estes que estabelecem comparações com os resultados que serão obtidos neste estudo.

- ### GASTOS PÚBLICOS E CRESCIMENTO ECONÔMICO

Diversas são as pesquisas que analisam a relação entre as despesas públicas e o crescimento econômico. Na década de 1990, a pesquisa sobre o crescimento endógeno havia produzido diversos modelos de ligação entre os gastos públicos e a taxa de crescimento econômico a longo prazo. Dessa forma, Aschauer (1989), Barro (1989; 1990), Easterly e Rebelo (1993), Mello Jr. (1996), Devarajan, Swaroop e Zou (1996), Cândido Júnior (2001), Rocha e Giuberti (2007), Gregoriou e Ghosh (2009), Bogoni, Hein e Beuren (2011), entre outros autores estudaram a relação entre os gastos públicos e o crescimento econômico.

A partir do modelo desenvolvido por Barro (1990), a importância dos gastos públicos pode ser avaliada e, por meio desse modelo, o tamanho do governo apresenta um impacto sobre o crescimento econômico, ou seja, os gastos públicos geram externalidades positivas até determinado nível, no qual o aumento destes gastos repercute negativamente sobre as taxas de crescimento, tanto do produto quanto da poupança.

De acordo com Ferreira (1994), os investimentos públicos possuem um impacto produtivo significativo e afetam os retornos privados. Além disso, é importante a relação entre a produtividade, o crescimento econômico e o capital público. Os investimentos públicos têm caído rapidamente e há possibilidade de que o declínio nos gastos em infraestrutura causarem impactos sobre o crescimento da produtividade.

A recente discussão do papel dos gastos públicos no crescimento econômico vem por meio das teorias de crescimento endógeno. Já nos modelos de crescimento neoclássico tradicional, as mudanças tecnológicas, a política fiscal e o crescimento populacional são tratados de forma exógena, enquanto nas teorias mais recentes, essas variáveis são incertas e podem apresentar um diferencial de crescimento que prolongue o período de convergência entre as rendas per capitas dos países (Cândido Júnior, 2001).

Além disso, de acordo com o autor, nas teorias mais recentes do crescimento econômico, a política fiscal ocupa uma posição destaque como um dos fatores que pode explicar diferenças de renda per capita e taxas de crescimento entre os países. A estrutura tributária e a provisão eficiente de bens públicos influenciam a produtividade do setor privado e a taxa de acumulação do capital.

2.1 MODELOS EXÓGENOS E ENDÓGENOS DETERMINANTES DO CRESCIMENTO

Os efeitos do crescimento de longo prazo dos impostos apresentam-se como a preocupação de muitos estudos na literatura do crescimento econômico, em relação às consequências das políticas fiscais (Ortigueira, 1998). Nesse sentido, a partir dos trabalhos de Romer (1986) e Lucas Jr. (1988) é de que surgem os modelos de crescimento endógeno. A partir de então, a discussão sobre o papel da política fiscal no

crescimento econômico tornou-se relevante dentre os estudos.

De acordo com Romer (1986), uma vertente da literatura relacionada ao crescimento endógeno refere-se a modelos em que os retornos privados e sociais para o investimento se divergem, de modo que as escolhas levam a deduções de taxas de poupança e crescimento econômico. Para tanto, a tributação é um dos principais determinantes do crescimento econômico de longo prazo.

Segundo Lucas Jr. (1988) nos países desenvolvidos, o crescimento econômico tende a ser estável durante longos períodos, sendo o suficiente para eliminar os efeitos do ciclo dos negócios. Já nos países subdesenvolvidos, acontecem mudanças repentinas nas taxas de crescimento econômico e pode ser considerado como uma medida resumo de todas as atividades de uma sociedade, pois estas enfrentam diversas peculiaridades econômicas e culturais, que são a chave para o desempenho e crescimento econômico.

Rebelo (1991) em sua análise realizada sobre as políticas de crescimento de longo prazo, salienta que a grande disparidade entre os países nas taxas de crescimento econômico é a característica mais preocupante no processo de desenvolvimento. Nesse sentido, os retornos crescentes e externalidades não são considerados fundamentais para gerar o crescimento endógeno, pois, este crescimento é compatível com tecnologias de produção que apresentam retornos constantes.

Conforme Alesina e Rodrick (1994) a distinção entre economia e política, é de que a economia preocupa-se com a expansão econômica, já a política atenta-se a questão de como distribuir os recursos, sendo que o crescimento é impulsionado pela expansão do capital social. Romer (1994) destaca as origens do crescimento endógeno, ressaltando que o crescimento econômico é um resultado endógeno de um sistema econômico e o foco deste crescimento, concentra-se no comportamento da economia como um todo. Em relação a população, Ehrlich e Lui (1997) destacam que o crescimento endógeno requer para a economia, a fertilidade e longevidade das pessoas como componentes endógenos.

Nesse sentido, Lledó (1996) menciona que os Estados com renda per capita reduzida, apresentam uma menor distribuição de renda. Para tanto, as relações de longo prazo entre a política fiscal, distribuição de renda e crescimento econômico, são consideradas fatores analisados na literatura sobre o crescimento endógeno, sendo que o governo desempenha importante papel, tanto no modelo de crescimento endógeno, quanto exógeno e a principal diferença entre os modelos, diz respeito às variáveis fiscais.

O autor destaca ainda, que o Brasil apresenta grandes disparidades econômicas e sociais entre seus Estados, como é o caso das diferentes performances de crescimento que são observadas ao longo das últimas décadas. Contudo, nos modelos estimados como endógenos e exógenos, o PIB per capita, apresentou-se negativamente relacionado com o crescimento econômico, confirmando a convergência nos Estados brasileiros desses modelos. Entretanto, Estados com maior grau de urbanização, possuem uma distribuição de renda concentrada, já os Estados com graus de urbanização similares, apresentam níveis elevados de renda per capita e consequentemente menor concentração de renda.

Resende e Figueiredo (2005) salientam que os modelos exógenos correspondem aos efeitos da política fiscal, infraestrutura e desigualdade de renda, em relação ao crescimento econômico. Para tanto, Alesina e Rodrick (1994) desenvolveram um modelo de crescimento econômico e de política fiscal endógenas, cuja carga tributária é escolhida por meio do voto direto efetuado pelos indivíduos.

Contudo, Lau (2008) destaca que os modelos de crescimento endógenos e exógenos implicam em diferentes efeitos de longo prazo das mudanças relacionadas aos fundamentos econômicos. Para Hum e Kim (2013), uma das principais diferenças entre esses modelos de crescimento, esta o choque transitório para a parcela de investimentos que apresentam diferentes efeitos de longo prazo sobre a produção per capita.

Nesse sentido, o papel da política fiscal perante o crescimento econômico é uma discussão que divide os economistas Keynesianos e Neoclássicos, pois o debate limitava-se a países no curto prazo, porém em meados da década de cinquenta, os estudos sobre o crescimento econômico passaram a ser de longo prazo, utilizando um modelo neoclássico de crescimento como ponto de partida. Os primeiros modelos partiram do crescimento exógeno (Marques Junior, Oliveira e Jacinto, 2006). Dessa forma, Castro (2006) salienta que o crescimento endógeno e a política fiscal, podem afetar a taxa de crescimento econômico no longo prazo.

2.2 GASTOS PÚBLICOS PRODUTIVOS E IMPRODUTIVOS

O governo é uma questão pública, pois Devarajan, Swaroop e Zou (1996) afirmam que a sua composição é aberta para discussão política. Pesquisadores diferenciam os gastos públicos produtivos e improdutivos e, demonstram como um país pode melhorar o seu desempenho econômico. Dessa forma, a teoria econômica e as evidências empíricas não fornecem respostas claras para entender como a despesa pública afeta o crescimento econômico.

Conforme Chu et al. (1995), os gastos produtivos são utilizados de maneira a atender os objetivos com o menor custo possível, ou seja, o governo atender diretamente à população na chamada produção pública. Porém, se o governo for terceirizar os seus serviços, o conceito produtivo incide nas compras ou nos processos de licitação. Além disso, os gastos produtivos são iguais nos benefícios e custos marginais dos bens ou produtos públicos.

No que refere-se aos gastos improdutivos, os autores ressaltam que estes derivam da diferença entre o gasto efetivo e o gasto que minimiza o custo no momento da obtenção desse mesmo objetivo e, diante disso, esse valor é considerado um desperdício para a sociedade, pois esse recurso poderia ser aplicado para outros fins. Os motivos da existência destes gastos improdutivos são a falta do preparo técnico das pessoas, as deficiências do processo orçamentário, as incertezas, a corrupção, a paralisação de obras, entre outros motivos.

Segundo Cândido Júnior (2001), existem dificuldades na mensuração adequada dos gastos produtivos, sendo necessário avaliar os custos de oportunidade e os benefícios dos programas. Para tanto, tem-se a análise do custo-benefício, instrumento de avaliação dos projetos públicos que buscam capturar todos os prós e contras. Algumas medidas afetam a produtividade dos diversos gastos públicos, como é o caso da dos gastos com educação, saúde e saneamento básico.

A literatura apresenta duas maneiras de avaliar a qualidade do gasto público em relação ao crescimento e são classificados como produtivos e improdutivos, de acordo com seu efeito sobre o nível de atividade. Os gastos produtivos apresentam impactos positivos sobre o crescimento e o inverso ocorre para os gastos improdutivos (Rocha & Giuberti, 2007).

De acordo com Rajkumar e Swaroop (2008), é possível que os estudos não abordem a real situação entre os gastos públicos e os resultados do desenvolvimento. Ainda, a relação entre as despesas públicas e os resultados desejáveis pode ser cortada, devido ao fato de não haver mecanismos de incentivo no setor público.

As despesas públicas geralmente são tratadas como improdutivas, quando afetam o bem-estar do consumidor. Já as despesas de investimento, educação e saúde são consideradas produtivas, pois afetam a acumulação de capital humano. Para tanto, os efeitos das despesas públicas foram alvo de discussões sobre os impactos no crescimento econômico (Castro, 2006).

Nesse sentido, Mata et al. (2006) ao investigar os padrões de crescimento no Brasil, analisaram as mudanças no tamanho da população e na produtividade econômica. Desse modo, municípios bem sucedidos, providenciam infraestrutura e suporte administrativo para os empreendimentos que possibilitam aumentar a produtividade e consequentemente os salários. Além disso, serviços públicos com alta qualidade irão atrair novos residentes, estes que adicionam ganhos de produtividade. Dessa forma, a partir da conceituação geral dos gastos públicos produtivos e improdutivos, é preciso analisar os impactos desses gastos com o crescimento econômico.

2.3 ESTUDOS RELACIONADOS

A relação entre os gastos públicos e crescimento econômico já foi objeto de estudo em diferentes ambientes e abordado por diversos autores em todo o mundo. Mello Jr. (1996) teve como objetivo verificar o impacto dos gastos públicos sobre o crescimento econômico e os seus determinantes, utilizando dados dos municípios brasileiros durante o período de 1985 a 1994. O estudo baseou-se nos gastos com habitação e urbanização, saúde e saneamento e, serviços de transporte. Os resultados apresentaram que os gastos públicos tiveram efeitos positivos sobre o crescimento econômico.

Devarajan, Swaroop e Zou (1996) analisaram a relação entre a composição da despesa pública e do crescimento econômico, utilizando dados de 43 países, no período de 1970 a 1990. Além disso, utilizaram as despesas correntes e de capital, gastos com defesa, educação e saúde, transporte e comunicação. Os resultados indicam que as variáveis de despesa com capital, transportes e comunicações, saúde e educação, apresentaram relação negativa com o crescimento econômico. Já as despesas correntes apresentaram relação positiva com o crescimento econômico.

Cândido Júnior (2001) analisou a relação entre os gastos públicos e o crescimento econômico no Brasil, no período 1947 a 1995. Os resultados demonstram que a proporção de gastos públicos no Brasil encontrava-se acima do seu nível ótimo e, existiam indícios de baixa produtividade.

No estudo de Oliveira (2004), o autor investigou as causas do crescimento econômico das cidades nordestinas do Brasil no período de 1991 a 2000. Os resultados sugerem que a presença de externalidades, atuando por meio da educação e urbanização, afeta positivamente o crescimento econômico, e, por outro lado, a maior distância dos mercados atua negativamente no crescimento econômico. Para explicar o crescimento econômico destacou-se o papel da educação e da urbanização.

Rocha e Giuberti (2007) objetivaram avaliar quais componentes dos gastos públicos contribuem para o crescimento econômico, no período de 1986 a 2002 em todos os Estados brasileiros. Os gastos públicos analisados foram os gastos correntes, gastos com defesa, educação, saúde, transporte e comunicação. Os resultados indicam que a relação entre os gastos correntes do governo e o crescimento econômico é negativa, a relação entre os gastos com capital e a taxa de crescimento é positiva e ainda, a relação entre gastos com defesa, educação, transporte e comunicação com o crescimento econômico é positiva. A única exceção é a saúde que está negativamente relacionada com o crescimento.

Já Bogoni, Hein e Beuren (2011) objetivaram investigar a relação existente entre o crescimento econômico, considerando o Produto Interno Bruto (PIB), e os gastos públicos com saúde e saneamento, educação e cultura, investimento, habitação e ainda, assistência e previdência das maiores cidades da região Sul do Brasil, referentes ao período de 2000, comparando o PIB real com o estimado nestas cidades. Os resultados demonstram um erro de estimação de 22,45% e uma confiabilidade de 85,16% dos dados. Além disso, concluíram que os gastos públicos têm um importante papel no crescimento econômico.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Diante do objetivo de investigar a relação existente entre o crescimento econômico, considerando o Produto Interno Bruto, em relação aos gastos públicos dos dez maiores e menores municípios da região Sul do Brasil, realizou-se uma pesquisa descritiva, de corte seccional e quantitativa. Dessa forma, a pesquisa descritiva é definida como “um tipo de estudo que permite ao pesquisador a obtenção de uma melhor compreensão do comportamento de diversos fatores e elementos que influenciam determinado fenômeno” (Oliveira, 1997:114).

Além disso, a pesquisa caracteriza-se como de corte seccional (*cross-sectional*), pois investiga algum fenômeno que realiza um corte transversal no tempo, efetuando análises detalhadas para fundamentar observações alcançadas uma única vez (Babbie, 1999).

No que tange a abordagem quantitativa, Richardson (1999:70) descreve que as

pesquisas quantitativas são definidas dessa forma, pois empregam a "quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento dessas por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples, como percentual, média, desvio padrão, às mais complexas, como coeficientes de correlação, análises de regressão etc.".

O período do estudo compreende o ano de 2010, ano do último Censo Demográfico divulgado no sítio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. A população da pesquisa compreende os 1.188 municípios da região Sul do Brasil, sendo 496 do Estado do Rio Grande do Sul, 399 do Paraná e 293 de Santa Catarina. Para seleção da amostra, foram selecionadas com base no último Censo, os 10 (dez) maiores e 10 (dez) menores municípios de cada Estado da região Sul do Brasil, utilizando como base o valor do PIB. A seguir apresenta-se o PIB dos dez maiores municípios de cada Estado da região Sul do Brasil em ordem decrescente por meio da Tabela 1.

Tabela 1 - PIB dos dez maiores municípios de cada Estado da região Sul

Paraná	PIB	Rio Grande do Sul	PIB	Santa Catarina	PIB
Curitiba	53.106.496	Porto Alegre	43.038.100	Joinville	18.473.989
São José dos Pinhais	13.690.888	Canoas	16.547.965	Itajaí	15.235.108
Araucária	12.371.028	Caxias do Sul	15.692.358	Florianópolis	9.806.533
Londrina	9.936.563	Rio Grande	7.737.854	Blumenau	8.950.141
Maringá	8.263.627	Gravataí	7.081.795	Jaraguá do Sul	5.259.384
Paranaguá	7.200.842	Triunfo	5.777.746	São José	4.784.757
Foz do Iguaçu	6.760.174	Novo Hamburgo	5.395.052	Chapecó	4.149.294
Ponta Grossa	5.925.946	Santa Cruz do Sul	4.810.913	São Francisco do Sul	3.984.152
Cascavel	5.190.170	Pelotas	4.564.464	Criciúma	3.566.410
Pinhais	4.493.030	Passo Fundo	4.551.198	Brusque	2.944.597
Total	126.939.469	Total	115.197.449	Total	77.154.369
Total PR	217.289.676	Total RS	252.482.596	Total SC	152.482.338
Participação no PIB do Estado	58,42%	Participação no PIB do Estado	45,63%	Participação no PIB do Estado	50,60%

Fonte: IBGE (2014).

De acordo com os dados da Tabela 1, os 10 maiores municípios de cada Estado da região Sul possuem participação elevada em relação Produto Interno Bruto, sendo que de todas os municípios do Estado do Paraná, os 10 maiores municípios somam o total do PIB de R$ 126.939.469,00 reais, o que representa 58,42%. Já no Estado do Rio Grande do Sul, a participação no PIB do Estado corresponde a 45,63% e no Estado de Santa Catarina a 50,6% do PIB. Além disso, nota-se que o Estado do Rio Grande do Sul teve o menor percentual de participação no PIB em relação aos demais Estados analisados. Dessa forma, pode-se observar por meio da Tabela 1 que os três Estados apresentam um percentual bem próximo em relação à participação no PIB do Estado.

Na Tabela 2 evidencia-se a relação dos dez menores municípios da região Sul do Brasil e seu respectivo PIB, em ordem decrescente.

Tabela 2 - PIB dos dez menores municípios de cada Estado da região Sul

Paraná	PIB	Rio Grande do Sul	PIB	Santa Catarina	PIB
Flórida	29.528	Coqueiro Baixo	26.955	Lajeado Grande	26.317
Novo Itacolomi	27.375	Ponte Preta	26.909	Entre Rios	24.424
Godoy Moreira	26.615	Barra do Guarita	26.475	Ibiam	23.270
Uniflor	25.967	São Pedro das Missões	26.011	São Miguel da Boa Vista	22.050
Nova Aliança do Ivaí	25.706	Canudos do Vale	24.999	Presidente Castello Branco	21.486
Esperança Nova	25.254	Novo Xingú	24.527	Tigrinhos	21.459
Santa Inês	24.752	Carlos Gomes	22.617	Santiago do Sul	21.083
Jardim Olinda	22.101	Linha Nova	22.218	Paial	20.418
São Manuel do Paraná	20.917	Benjamin Constant do Sul	21.870	Jardinópolis	18.659
Miraselva	19.954	Itati	20.933	Flor do Sertão	18.006
Total	248.173	Total	243.519	Total	217.175
Total PR	217.289.676	Total RS	252.482.596	Total SC	152.482.338
Participação no PIB do Estado	11,42%	Participação no PIB do Estado	9,64%	Participação no PIB do Estado	14,24%

Fonte: IBGE (2014).

Por meio da Tabela 2 pode-se visualizar que dentre os 10 menores municípios da região Sul do Brasil, há uma participação baixa no total do PIB de cada Estado, sendo que o Estado do Rio Grande do Sul novamente apresentou o menor percentual de participação no PIB em relação aos demais Estados, com um percentual de 9,64%. Quanto ao Estado do Paraná, os dados revelam que dentre os menores municípios, o PIB corresponde a 11,42%. Já em Santa Catarina, o percentual da participação no PIB foi em 2010, de 14,24%.

No que concerne à coleta de dados, para os gastos públicos dos maiores e menores municípios da região Sul do Brasil consultou-se em abril de 2014, a página da Secretaria do Tesouro Nacional - STN. Foram considerados os gastos públicos referentes ao ano de 2010. Os dados referentes ao PIB respectivos a esses municípios foram

coletados no mesmo mês e ano, no sítio do IBGE. Diante disso, utilizou-se como variável dependente o PIB e as variáveis independentes foram Assistência, Saúde, Educação e Cultura.

O estudo apresenta um modelo matemático de regressão não linear multivariável que é avaliado empiricamente, pois pretende-se analisar como as variáveis independentes impactam na formação do PIB (crescimento econômico). Os dados primeiramente foram normalizados e na sequência, utilizou-se o método estatístico SPSS®

3.1 ANÁLISE E DESCRIÇÃO DOS DADOS

Nesta seção, apresenta-se a análise e descrição dos dados. Será usada uma regressão não-linear para avaliação dos gastos governamentais na determinação do PIB, na sequência a análise dos dados com aplicação da regressão, para a estimação do PIB municipal e por último, porém não menos importante, uma comparação entre os resultados obtidos (PIBs estimados) dos maiores e menores municípios da região Sul do Brasil.

4. MODELO MATEMÁTICO NÃO LINEAR MULTIVARIÁVEL PARA AVALIAÇÃO DOS GASTOS GOVERNAMENTAIS NA DETERMINAÇÃO DO PIB

Os valores dos gastos públicos referentes à Assistência, Saúde, Educação e Cultura dos dez maiores municípios da região Sul do Brasil, são apresentados por meio da Tabela 3.

Tabela 3 – Gastos Públicos dos maiores municípios da região Sul do Brasil

Estados/Municípios	Assistência	Saúde	Educação	Cultura
Paraná				
Curitiba	187.517.989,84	1.272.421.774,34	1.145.194.150,08	71.425.921,16
São José dos Pinhais	36.459.599,10	265.936.368,12	244.043.112,98	7.656.827,24
Araucária	34.902.189,74	114.769.521,72	231.470.590,52	8.821.801,84
Londrina	53.312.694,36	494.711.308,15	277.447.167,96	16.963.140,94
Maringá	33.463.355,42	314.379.832,55	194.461.796,64	7.085.913,04
Paranaguá	7.704.854,56	34.641.080,97	12.632.880,64	1.363.762,26
Foz do Iguaçu	11.185.397,90	201.969.796,26	195.312.325,06	5.678.967,24
Ponta Grossa	42.073.246,42	147.097.526,06	172.006.604,84	9.824.211,12
Cascavel	35.390.444,38	75.358.009,71	160.162.966,78	5.067.779,34
Pinhais	8.842.927,56	42.316.297,39	84.246.786,38	1.122.894,16
Rio Grande do Sul				
Porto Alegre	183.782.353,36	1.540.608.486,30	1.055.376.536,46	81.268.767,76
Canoas	24.075.132,62	240.317.171,80	229.458.307,50	8.475.451,04
Caxias do Sul	48.274.235,82	401.513.947,85	303.476.942,90	31.619.151,36
Rio Grande	5.461.700,20	50.065.438,57	134.755.669,26	6.352.896,58
Gravataí	16.814.822,22	109.863.184,54	192.835.167,60	4.025.991,16
Triunfo	861.077,32	1.947.873,93	6.838.509,82	16.966.725,62
Novo Hamburgo	16.461.723,86	123.324.148,63	180.569.842,14	6.631.974,80
Santa Cruz do Sul	15.896.651,18	108.162.706,25	90.120.074,36	1.237.807,58
Pelotas	20.681.228,48	209.898.941,70	172.073.740,88	10.927.672,74
Passo Fundo	19.834.992,62	60.357.736,34	116.715.537,78	2.160.817,58
Santa Catarina				
Joinville	41.661.897,56	584.462.951,74	447.427.649,08	22.210.844,74
Itajaí	28.070.205,84	132.046.898,84	243.705.823,98	11.692.601,86
Florianópolis	43.842.724,82	191.993.885,08	380.766.223,28	12.395.920,52
Blumenau	45.554.055,66	260.209.616,07	257.873.390,26	6.249.615,86
Jaraguá do Sul	41.890.586,58	126.314.351,02	135.061.933,22	11.028.589,76
São José	17.899.526,78	39.903.184,86	161.998.662,08	7.383.130,06
Chapecó	19.385.151,18	152.512.086,17	131.637.154,16	3.722.221,14
São Francisco do Sul	8.413.189,18	28.294.254,64	53.464.464,26	2.402.758,12
Criciúma	22.566.499,18	103.501.182,76	158.905.821,66	12.099.692,72
Brusque	5.661.493,98	53.460.192,53	72.746.211,24	2.364.974,50

Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional (2014).

A partir dos dados da Tabela 3, dos maiores municípios da região Sul do Brasil, pode-se verificar que o Estado do Paraná é o que apresenta o maior valor somado dos gastos públicos, seguido pelo Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Na Tabela 4 apresentam-se os valores dos gastos públicos referentes à Assistência, Saúde, Educação e Cultura dos dez menores municípios da região Sul do Brasil.

Tabela 4 – Gastos Públicos dos menores municípios da região Sul do Brasil

Estados/Municípios	Assistência	Saúde	Educação	Cultura
Paraná				
Flórida	1.194.067,70	1.567.324,40	2.477.639,94	46.202,00
Novo Itacolomi	1.017.374,02	1.467.350,60	2.667.032,60	107.592,44
Godoy Moreira	479.530,92	1.677.790,29	3.282.521,56	59.647,18
Uniflor	610.880,30	1.346.539,53	2.464.178,48	49.135,82
Nova Aliança do Ivaí	918.587,04	2.751.634,39	2.474.319,30	580,00
Esperança Nova	687.423,00	1.296.221,84	2.272.002,80	42.732,36
Santa Inês	582.155,70	1.958.361,40	2.020.891,98	73.983,08
Jardim Olinda	642.529,52	1.529.447,81	2.722.145,66	19.940,00
São Manuel do Paraná	583.728,02	2.008.140,87	3.264.993,18	217.441,22
Miraselva	540.539,94	2.630.475,80	2.817.114,10	206.732,16
Rio Grande do Sul				
Coqueiro Baixo	435.268,48	1.276.024,02	1.958.293,56	137.774,52
Ponte Preta	316.916,00	1.276.771,00	1.553.462,00	142.176,00
Barra do Guarita	460.094,32	3.428.139,24	3.127.500,88	43.301,96
São Pedro das Missões	455.598,82	1.231.996,52	3.169.229,60	96.401,09
Canudos do Vale	195.989,58	1.245.825,02	2.457.745,34	132.342,46
Novo Xingú	265.188,82	1.412.448,02	2.061.719,18	103.604,78
Carlos Gomes	305.060,26	1.370.085,98	2.039.775,26	89.433,46
Linha Nova	73.084,50	943.781,78	1.594.325,04	250.004,86
Benjamin Constant do Sul	243.076,12	2.631.310,68	3.123.257,92	64.369,08
Itati	1.011.012,44	1.814.113,59	2.634.660,40	1.003,82
Santa Catarina				
Lajeado Grande	524.467,82	1.584.857,51	1.907.916,90	40.000,00
Entre Rios	932.562,20	2.112.865,21	4.468.386,12	864,00
Ibiam	413.532,02	1.496.622,40	2.718.795,80	160.076,16
São Miguel da Boa Vista	275.968,94	1.404.910,26	2.595.098,52	21.931,50
Presidente Castello Branco	307.879,58	1.513.357,38	2.581.308,28	42.439,44
Tigrinhos	331.975,48	1.588.498,48	3.989.643,00	15.807,40
Santiago do Sul	492.841,94	1.946.197,74	1.682.284,12	109.946,40
Paial	548.087,12	1.865.199,05	2.489.187,64	123.367,42
Jardinópolis	451.111,04	1.483.106,99	2.610.600,14	116.103,48
Flor do Sertão	677.787,48	1.469.361,35	2.633.755,54	36.902,28

Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional (2014)

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4, dos menores municípios da região Sul do Brasil, pode-se observar que o Estado do Paraná é o que apresenta o maior valor somado dos gastos públicos, seguido por Santa Catarina e dessa vez, por último, o Estado do Rio Grande do Sul.

Conforme os dados apresentados na Tabela 3 e Tabela 4 procedeu-se o ajustamento não linear para as variáveis dependentes e independente que foram analisadas no estudo. Para tanto, com o modelo matemático, pretende-se ajustar de forma não-linear e multivariável o formato que segue:

$$\widehat{PIB} = \beta_0 ASS^{\beta_1} SAU^{\beta_2} EDU^{\beta_3} CUL^{\beta_4}$$

Neste modelo matemático, a variável dependente é o PIB, pois analisou-se o Produto Interno Bruto de cada município. Já o conjunto de variáveis independentes que foram analisadas neste estudo são as seguintes: Assistência (ASS), Saúde (SAU), Educação (EDU), Cultura (CUL). Assim, os demais valores $(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4)$ são as constantes que foram buscadas no modelo.

O modelo que se deseja obter passa inicialmente por uma linearização efetivada, por meio da utilização de logaritmos naturais e posteriormente a aplicação da técnica dos mínimos quadrados, conforme segue:

$$Ln\widehat{PIB} = Ln\beta_0 + \beta_1 LnASS + \beta_2 LNSAU + \beta_3 LnEDU + \beta_4 LnCUL$$

Na sequência, para facilitar o desenvolvimento do modelo matemático optou-se por parametrizar as variáveis do estudo, de acordo com o que segue:

$$Ln\widehat{PIB} = \hat{Y}; Ln\beta_0 = \alpha_0;\ LnASS = X_1; LNSAU = X_2;\ LnEDU = X_3;\ LnCUL = X_4$$

Formando assim um modelo de regressão linear múltiplo:

$$\hat{Y} = \alpha_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4$$

Nesse contexto, a aplicação da técnica dos mínimos quadrados procura a minimização entre os valores estimados para o PIB do município $(\hat{Y}_i)$ e o valor real do Produto Interno Bruto (Y_i). Deste modo, tem-se seis modelos de regressão, ou seja: dois modelos, um para cada Estado (RS, SC e PR).

Quando apresentada esta solução em sua forma final, as equações para os três Estados, analisados os seus 10 municípios com maior PIB, resultou no que segue:

$$\widehat{PIB}^{RS}_{Maiores} = 109{,}95 \frac{ASS^{0{,}185} EDU^{0{,}269} CUL^{0{,}375}}{SAU^{0{,}154}}$$

$$\widehat{PIB}^{SC}_{Maiores} = 2{,}435 \frac{SAU^{0{,}09} EDU^{0{,}739} CUL^{0{,}023}}{ASS^{0{,}075}}$$

$$\widehat{PIB}^{PR}_{Maiores} = 0{,}000043 \frac{ASS^{0{,}148} SAU^{0{,}007} EDU^{1{,}695}}{CUL^{0{,}575}}$$

De similar modo, os três modelos para os menores PIBs são como segue:

$$\widehat{PIB}^{RS}_{Menores} = 2282{,}44\frac{ASS^{0{,}148}SAU^{0{,}024}CUL^{0{,}078}}{EDU^{0{,}048}}$$

$$\widehat{PIB}^{SC}_{Menores} = 107366{,}1\frac{SAU^{0{,}205}}{ASS^{0{,}101}EDU^{0{,}179}CUL^{0{,}055}}$$

$$\widehat{PIB}^{PR}_{Menores} = 131137{,}28\frac{ASS^{0{,}148}}{SAU^{0{,}225}EDU^{0{,}049}CUL^{0{,}018}}$$

Tomando os 60 municípios analisados e fazendo uma única regressão, chega-se a seguinte formulação, com coeficiente de determinação r^2=96,5%, representando assim, alta correlação do modelo:

$$\widehat{PIB}_{Todos} = 0{,}00033\frac{ASS^{0{,}111}EDU^{1{,}332}CUL^{0{,}234}}{SAU^{0{,}378}}$$

Este modelo não servirá de estimador, contudo é possível inferir que de modo geral: Assistência, Educação e Cultura impulsionam o PIB municipal, enquanto gastos na Saúde o reduzem. Este tipo de formulação não é uma regra geral, comparado aos seis modelos anteriores, porém serve de indicador regional, destacando-se a Educação com o maior expoente (1,332), o que faz dele o maior vetor de crescimento do PIB municipal.

4.2 Análise dos dados com aplicação do Modelo

Com a utilização dos modelos para projetar o PIB de 2010 de cada município, obtêm-se os valores da Tabela 5, no qual compara-se o PIB Real de 2010 com o PIB Projetado para este mesmo ano dos dez maiores municípios da região Sul do Brasil de acordo com o sítio do IBGE.

Tabela 5 – PIB Real de 2010 *versus* PIB Projetado dos maiores municípios da região Sul do Brasil pelo modelo não linear multivariado

Estados/Municípios	PIB Real	PIB Projetado	Variação (%)
Paraná			
Curitiba	53.106.496	57.563.177	8,39
São José dos Pinhais	13.690.888	11.741.358	14,24
Araucária	12.371.028	9.773.608	21,00
Londrina	9.936.563	9.813.521	1,24
Maringá	8.263.627	8.258.173	0,07
Paranaguá	7.200.842	6.687.827	7,12
Foz do Iguaçu	6.760.174	8.009.184	18,48
Ponta Grossa	5.925.946	5.719.696	3,48
Cascavel	5.190.170	7.194.599	38,60
Pinhais	4.493.030	4.672.172	3,99
Rio Grande do Sul			
Porto Alegre	43.038.100	35.374.771	17,81
Canoas	16.547.965	9.188.059	44,48
Caxias do Sul	15.692.358	17.055.901	8,69
Rio Grande	7.737.854	6.915.498	10,63
Gravataí	7.081.795	7.001.455	1,13
Triunfo	5.777.746	5.251.440	9,11
Novo Hamburgo	5.395.052	8.116.415	50,44
Santa Cruz do Sul	4.810.913	3.637.220	24,40
Pelotas	4.564.464	9.286.054	103,44
Passo Fundo	4.551.198	5.476.657	20,33
Santa Catarina			
Joinville	18.473.989	14.651.491	20,69
Itajaí	15.235.108	8.302.367	45,51
Florianópolis	9.806.533	11.563.905	17,92
Blumenau	8.950.141	8.746.264	2,28
Jaraguá do Sul	5.259.384	5.180.990	1,49
São José	4.784.757	5.641.895	17,91
Chapecó	4.149.294	5.343.002	28,77
São Francisco do Sul	3.984.152	2.486.430	37,59
Criciúma	3.566.410	6.023.936	68,91
Brusque	2.944.597	3.404.300	15,61

Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional (2014)

A partir dos dados apresentados na Tabela 5, pode-se perceber que o erro relativo médio do conjunto dos Estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina foi de 22,12%. Em relação a cada Estado, os erros relativos médios dos maiores municípios da região Sul foram de 11,66% para o Estado do Paraná, 29,05% para o Rio Grande do Sul e de 25,67% Santa Catarina, ou seja, o Estado do Rio Grande do Sul apresentou um percentual maior, seguido de Santa Catarina e, o Estado do Paraná teve o menor percentual de erro entre o PIB real e projetado.

O erro máximo encontrado entre os municípios analisados é de 103,44% para o PIB e concentrou-se no município de Pelotas (RS). Dessa forma, observa-se que neste município o PIB real ficou abaixo do PIB projetado. Já o erro mínimo foi do município de Maringá (PR), este que apresentou um percentual de 0,07 para o PIB do município, ou seja, este resultado revela que o PIB real ficou muito próximo do PIB projetado para o ano analisado.

Este achado difere-se do encontrado por Bogoni, Hein e Beuren (2011), pois verificaram que o Estado do Paraná apresentava um percentual de erro na estimação do PIB maior que os demais Estados analisados.

Nota-se a partir desse resultado, que os maiores municípios de cada Estado, por apresentarem características diferentes entre si evidenciaram uma margem de erro distante. Nota-se que o modelo matemático utilizado não foi muito adequado ao analisar os maiores municípios.

Destaca-se ainda, que apenas três dos maiores municípios da região Sul do Brasil, obtiveram um erro de estimativa entre o PIB real e o PIB projetado acima de 50%, sendo que dois municípios são do Rio Grande do Sul e um é de Santa Catarina. Além disso, verificou-se que 10 municípios apresentaram uma margem de erro de estimação abaixo de 10%, o que demonstra que o erro entre o PIB real e o PIB estimado, foi mínimo nestes municípios.

As variáveis, Assistência, Saúde, Educação e Cultura, estabeleceram a relação entre o PIB real e o PIB projetado e são consideradas insumos produtivos, pois são serviços públicos que participam da formação do PIB destes municípios e ainda, apresentam uma relação positiva entre o crescimento econômico e a participação do governo. Os resultados revelam que essas variáveis apresentaram-se significativas perante o crescimento econômico dos maiores municípios da região Sul do Brasil e ainda, demonstram que os investimentos públicos e privados se complementam.

Obteve-se o valor do coeficiente de determinação de R^2=96,5%, o que lhe confere alta margem de confiabilidade. A partir do modelo para projetar o PIB de 2010 de cada município, obtêm-se os valores da Tabela 6, no qual compara-se o PIB Real de 2010 com o PIB Projetado para este mesmo ano dos dez menores municípios da região Sul do Brasil.

Tabela 6 – PIB Real de 2010 *versus* PIB Projetado dos menores municípios da região Sul do Brasil pelo modelo não linear multivariado

Estados/Municípios	PIB Real	PIB Projetado	Variação (%)
Paraná			
Flórida	29.528	27.843	5,71
Novo Itacolomi	27.375	26.927	1,64
Godoy Moreira	26.615	22.760	14,49
Uniflor	25.967	25.447	2,01
Nova Aliança do Ivaí	25.706	25.294	1,61
Esperança Nova	25.254	26.400	4,54
Santa Inês	24.752	23.238	6,12
Jardim Olinda	22.101	25.244	14,22
São Manuel do Paraná	20.917	22.148	5,88
Miraselva	19.954	20.718	3,82
Rio Grande do Sul			
Coqueiro Baixo	26.955	27.436	1,78
Ponte Preta	26.909	26.535	1,39
Barra do Guarita	26.475	25.306	4,42
São Pedro das Missões	26.011	26.227	0,83
Canudos do Vale	24.999	24.026	3,89
Novo Xingú	24.527	24.935	1,67
Carlos Gomes	22.617	25.161	11,24
Linha Nova	22.218	22.129	0,41
Benjamin Constant do Sul	21.870	23.600	7,91
Itati	20.933	21.050	0,55
Santa Catarina			
Lajeado Grande	26.317	22.225	15,55
Entre Rios	24.424	23.585	3,43
Ibiam	23.270	19.566	15,92
São Miguel da Boa Vista	22.050	22.632	2,64
Presidente Castello Branco	21.486	21.937	2,10
Tigrinhos	21.459	21.475	0,07
Santiago do Sul	21.083	22.566	7,04
Paial	20.418	20.504	0,42
Jardinópolis	18.659	19.848	6,37
Flor do Sertão	18.006	20.217	12,28

Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional (2014).

Na Tabela 6 observa-se que o erro relativo médio é de 5,33% para o conjunto dos municípios dos Estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Quando verificada a média de erro por Estado, dos menores municípios da região Sul do Brasil, constatou-se que Santa Catarina apresentou um erro médio de 6,58%, Paraná de 6% e o Rio Grande do Sul de 3,41%.

Para tanto, o erro máximo encontrado entre os Estados foi do município de Ibiam (SC), o qual apresenta um percentual de 15,92% e o erro mínimo também foi desse Estado, do município de Tigrinhos, com um percentual de 0,07%, pois o valor do PIB real e projetado no ano de 2010 ficou próximo e, o contrário aconteceu no município de Ibiam.

Destaca-se que nenhum município dentre os menores da região Sul do Brasil,

apresentaram um erro de estimativa entre o PIB real e o PIB projetado acima de 50% como aconteceu nos maiores municípios, pois todos apresentaram um erro entre 0,07% a 15,92%. Dessa forma, pode-se verificar que nos menores municípios analisados o erro de estimativa obtido é menor, ou seja, o erro entre o PIB real e o PIB projetado pode ser considerado mínimo para os municípios analisados. Quanto ao modelo matemático analisado, ressalta-se que este foi mais eficiente para estimar o PIB dos menores municípios, visto que os valores do PIB real são parecidos entre estes municípios.

A partir da análise realizada com as variáveis utilizadas neste modelo matemático, sendo estas a Assistência, Saúde, Educação e Cultura, para estabelecer a relação entre o PIB real e o PIB projetado, percebe-se que estas variáveis são consideradas insumos produtivos, ou seja, são serviços públicos que colaboram para que seja possível formar o PIB dos menores municípios da região Sul do Brasil, e ainda, que estabelecem uma relação positiva entre a participação do governo, para a promoção do crescimento econômico dos municípios.

4.3 RESULTADOS OBTIDOS NOS MAIORES E MENORES MUNICÍPIOS DA REGIÃO SUL DO BRASIL

Em relação aos componentes dos gastos públicos analisados neste estudo, dos maiores e menores municípios da região Sul do Brasil que são: Assistência (ASS), Saúde (SAU), Educação (EDU) e Cultura (CUL), percebe-se que ambos apresentaram uma relação significativa com o crescimento econômico, pois os resultados revelam que, os investimentos públicos e privados em relação à participação do governo se complementam.

Os efeitos dos gastos públicos impactam no crescimento econômico, visto que em diversos estudos essa relação apresentou-se positiva (Cândido Júnior, 2001; Romer, 1986; Aschauer, 1989; Barro, 1989; Barro, 1990; Chu et al., 1995; Mello Jr., 1996). Além disso, Cândido Júnior (2001) ressalta que a discussão do papel dos gastos públicos perante o crescimento econômico decorre das teorias de crescimento endógeno. Já para Romer (1986) e Castro (2006), o crescimento endógeno e a tributação são considerados os fatores determinantes que afetam a taxa de crescimento econômico no longo prazo.

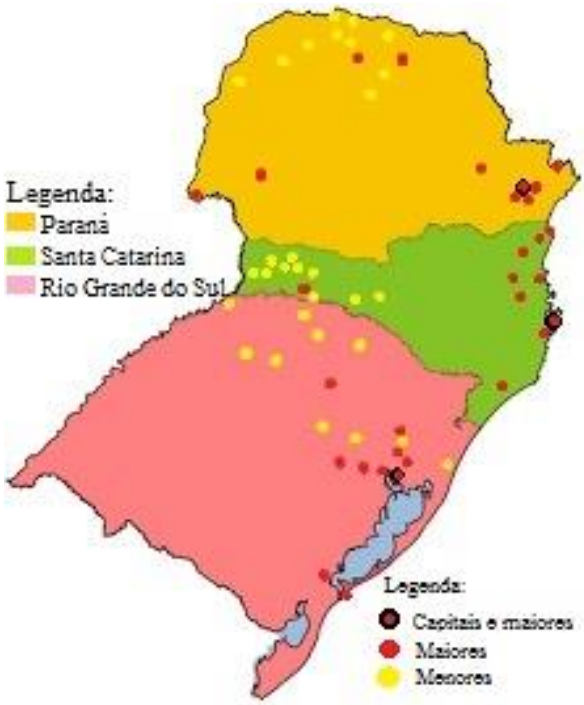
Dessa forma, esse resultado vai ao encontro dos achados de Bogoni, Hein e Beuren (2011) no qual encontraram um erro de 22,45% e a confiabilidade foi de 85,16%, o que revela que os gastos do governo apresentam um papel importante perante o crescimento econômico. Além disso, corrobora com os achados de Mello Jr. (1996) e Oliveira (2004), no qual, no primeiro estudo, verificaram que a saúde apresentava uma relação positiva com o crescimento econômico e no último, a educação afetou positivamente o crescimento.

Já os resultados encontrados por Rocha e Gilberti (2007) corroboram parcialmente, pois a educação apresentou relação positiva em relação ao crescimento econômico e a saúde negativa, sendo que nesta pesquisa ambos os gastos públicos apresentaram uma relação positiva com o crescimento. Ainda, difere-se do resultado obtido por Devarajan, Swaroop e Zou (1996), pois neste estudo os gastos com educação e saúde apresentaram relação negativa com o crescimento.

Quando efetuada a comparação da variação entre o PIB real e projetado obtido dos maiores e menores municípios da região Sul do Brasil, pode-se destacar que a principal diferença encontrada entre estes municípios, é em relação ao erro relativo médio, pois os maiores municípios apresentaram um erro maior em comparação com os menores, revelando assim, que nos menores municípios, o PIB real e o PIB projetado apresentaram-se bem próximos do esperado.

Por meio da Figura 1 apresenta-se o mapa da região Sul do Brasil, com os dez maiores e dez menores municípios de cada Estado.

.



Fonte: Elaborado pelos autores

Observa-se a partir da Figura 1 que a maioria dos municípios maiores, estes que apresentam um PIB real aproximado, concentram-se próximos às capitais dos três Estados, diferente dos menores municípios, os quais apresentam um PIB parecido e encontram-se mais distribuídos no Estado. No caso de Santa Catarina, os menores estão localizados na Região Oeste do Estado, diferente do Rio Grande do Sul e do Paraná, pois nestes Estados os menores municípios, encontram-se em sua maioria, na Região Norte. Rebelo (1991) destaca que a grande disparidade entre as regiões nas taxas de crescimento econômico, é uma característica preocupante para o desenvolvimento destes Estados.

Dessa forma, pode-se concluir que devido ao fato dos municípios maiores apresentarem características diferentes entre si, sua margem de erro é consequentemente maior. Já em relação aos menores municípios analisados, que são parecidos entre si, o erro foi menor, em função destes municípios estarem bem distribuídos dentro de cada Estado. Além disso, este resultado revela que o modelo analisado apresenta-se mais adequado aos menores municípios dos três Estados da Região Sul.

Destaca-se ainda, que este modelo utilizado no estudo, para calcular a estimativa de crescimento econômico, a partir de variáveis que compõem os gastos públicos, apresentaram um erro relativo médio de 22,12% para os maiores municípios da região Sul do Brasil entre o PIB real e o PIB projetado e 5,33% para os menores municípios. Se os Estados implementassem um modelo de política pública que instituísse regras quanto aos gastos públicos, o PIB seria mais desenvolvido, ou seja, maior em todos os municípios.

Na comparação entre os maiores e menores municípios da região Sul do Brasil, pode-se perceber que no Paraná, o município de Maringá, que está entre os maiores, apresentou como menor erro 0,07% e, em relação aos menores municípios, Tigrinhos do Estado de Santa Catarina obteve o mesmo percentual de erro, o que revela que o PIB real apresentou-se próximo do PIB projetado, tanto para os menores municípios, quanto para os maiores.

Já em relação ao erro máximo entre os menores e maiores, este apresentou significativa diferença, sendo que nos maiores municípios, Pelotas do Rio Grande do Sul obteve um erro entre o PIB real e o projetado

de 103,44% e, dentre os menores municípios, o maior erro foi do município de Ibiam de Santa Catarina com um percentual de 15,92%. Isso demonstra que nos menores municípios da região Sul do Brasil o valor do PIB real ficou muito próximo do projetado. O contrário aconteceu para os maiores municípios da região Sul do Brasil, que apresentaram uma variação bem significativa entre o PIB real e o projetado.

Portanto, de acordo com Lucas Jr. (1988), o crescimento econômico é considerado uma medida que permite resumir todas as atividades dos municípios, pois estes enfrentam particularidades tanto econômicas, quanto culturais, que são a chave para o desempenho e crescimento econômico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo, investigar a relação existente entre o crescimento econômico, considerando o Produto Interno Bruto e as variáveis que constituem os gastos públicos dos municípios da região Sul do Brasil. Para tanto, procedeu-se uma pesquisa descritiva com abordagem quantitativa e por meio do corte seccional, com a utilização de um modelo matemático de regressão não linear multivariável.

Os resultados revelaram que em relação aos maiores municípios da região Sul do Brasil, o total de gastos públicos foi maior no Estado do Paraná, na sequência no Estado do Rio Grande do Sul e por último em Santa Catarina. Verificou-se ainda que os gastos com educação e saúde foram os que mais se destacaram, visto que no Estado de Santa Catarina os maiores gastos foram com a educação, seguido da saúde. Já no Rio Grande do Sul e Paraná, os gastos com saúde foram maiores, seguidos dos gastos com a educação.

Quanto aos menores municípios, os gastos públicos somente inverteram no caso dos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, pois desta vez, o primeiro teve mais gastos públicos que o segundo, porém o Estado do Paraná permaneceu com maiores gastos. Além disso, os dados revelam que nos três Estados analisados os maiores gastos foram com a educação, seguidos pelos gastos com saúde.

A partir dos resultados encontrados nesta pesquisa, conclui-se que é relevante o papel do governo em relação ao fornecimento dos serviços públicos, que possivelmente irão afetar a produtividade, bem como, a qualidade de vida da população e, consequentemente isso irá afetar o crescimento econômico. Em relação aos gastos efetuados pelo governo quanto à Assistência, Saúde, Educação e Cultura, estes gastos podem impactar na produtividade do setor privado, assim como, na economia local, em função de serem gastos considerados produtivos e capazes de gerar externalidades positivas.

Pode-se afirmar isso com base na constatação de Castro (2006), o qual destaca que as despesas com educação e saúde são consideradas como produtivas. Além disso, Rocha e Giuberti (2007) salientam que os gastos produtivos são aqueles que apresentam impacto positivo sobre o crescimento e impulsionar o desenvolvimento econômico da sociedade (Bogoni, Hein e Beuren, 2011).

Por fim, quanto ao objetivo proposto no estudo, pode-se afirmar que há uma relação positiva entre o crescimento econômico e os gastos públicos com Assistência, Saúde, Educação e Cultura dos municípios da região Sul do Brasil, pois foi obtido um erro de estimação de 22,12% em média e, uma confiabilidade de 96,5%.

Nos menores municípios a margem de erro apresentou-se bem menor em relação aos maiores. Isso ocorre devido ao fato dos maiores municípios, na sua maioria, localizarem-se próximos às capitais dos Estados analisados e os menores encontrarem-se distribuídos pelos Estados. Diante disso, esse resultado vai ao encontro dos achados de Bogoni, Hein e Beuren (2011), Mello Jr. (1996) e Oliveira (2004). Além disso, o estudo de Rocha e Gilberti (2007) corrobora parcialmente e o resultado obtido por Devarajan, Swaroop e Zou (1996) difere-se do encontrado nesta pesquisa.

O estudo contribui para analisar como está o PIB real em determinado período, em relação ao que se esperava para um município. Além

disso, apresenta contribuições no que se refere ao erro encontrado, no qual verificou-se que nos maiores municípios este foi maior em função de serem diferentes entre si e, o contrário ocorreu para os menores municípios analisados.

Como limitação do estudo, tem-se que o modelo baseia-se em algumas variáveis relacionadas aos gastos públicos, como é o caso da Assistência, Saúde, Educação e Cultura, não contemplando todas as variáveis que constituem um orçamento público. Recomenda-se para pesquisas futuras que seja ampliada e até mesmo alterada a amostra da pesquisa, contemplando outras regiões do Brasil, incluindo outros gastos públicos, visto que uma nova amostra possibilitará a utilização deste estudo para fins de comparabilidade dos resultados.

REFERÊNCIAS

[1] Abu-Bader, S., & Abu-Qarn, A. S. (2003). Government expenditures, military spending and economic growth: causality evidence from Egypt, Israel, and Syria. Journal of Policy Modeling, 25(6): 567-583.

[2] Alesina, A., & Rodrick, D. (1994). Distributive politics and economic growth. The Quarterly Journal of Economics, 109(2): 465-490.

[3] Aschauer, D. A. (1989). Is public expenditure productive? Journal of Monetary Economics, 23: 177-200.

[4] Babbie, E. (1999). Métodos de pesquisa survey. Belo Horizonte: Editora UFMG.

[5] Baldacci, E., Clements, B., Gupta, S., & Cui, Q. (2008). Social spending, human capital, and growth in developing countries. World development, 36(8): 1317-1341.

[6] Barro, R. J. (1989). A cross - country study of growth, saving. and government. National Bureau of Economic Research, (2855): 1-57.

[7] Barro, R. J. (1990). Government spending in a simple model of endogenous growth. Journal of Political Economy, 98(5): 103-125.

[8] Bogoni, N. M.; Hein, N., & Beuren, I. M. (2011). Análise da relação entre crescimento econômico e gastos públicos nas maiores cidades da região Sul do Brasil. Revista de Administração Pública, 45(1): 159-179.

[9] Cândido Júnior, J. O. (2001). Os gastos públicos no Brasil são produtivos? Revista Planejamento e Políticas Públicas, 23: 233-260.

[10] Castro, Conceição. (2006). Política fiscal e crescimento econômico. Revista de Estudos Politécnicos, 3(5/6): 87-118.

[11] Chu, K., Gupta, S., Clements, B., Hewitt, D., Lugaresi, S., Schiff, J., Schuknecht, L., & Schwartz, G. (1996). Unproductive Public Expenditures: A Pragmatic Approach to Policy Analysis. International Monetary Fund (IMF): Pamphlet Series, 48, Washington.

[12] Devarajan, S., Swaroop, V., & Zou, H. (1996). The composition of public expenditure and economic growth. Journal of Monetary Economics, 37(2): 313-344.

[13] Easterly, W., & Rebelo, S. (1993). Fiscal policy and economic growth: An empirical investigation. Journal of monetary economics, 32(3): 417-458.

[14] Ehrlich, I., & Lui, F. (1997). The problem of population and growth: a review of the literature from Malthus to contemporary models of endogenous population and endogenous growth. Journal of Economic Dynamics and Control, 21(1): 205-242.

[15] Ferreira, P. C. (1994). Infraestrutura pública, produtividade e crescimento. Pesquisa e Planejamento Econômico, 24(2): 187-202.

[16] Ferreira, P. C., & Malliagros, T. G. (1998). Impactos produtivos da infraestrutura no Brasil: 1950-1995. Pesquisa e Planejamento Econômico, 28(2): 315-338.

[17] Gregoriou, A., & Ghosh, S. (2009). On the heterogeneous impact of public capital and current spending on growth across nations. Economics Letters, 105(1): 32-35.

[18] Huh, H.-S., & Kim, D. (2013). An empirical test of exogenous versus endogenous growth models for the G-7 countries. Economic Modelling, 32: 262-272.

[19] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2014. Censo 2010 - Contagem da População. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 abr. 2014.

[20] Lau, S.-H. P. (2008). Using an error-correction model to test whether endogenous long-run growth exists. Journal of Economic Dynamics & Control, 32(2): 648-676.

[21] Lledó, V. D. (1996). Distribuição de renda, crescimento endógeno e política fiscal: uma análise cross-section para os estados brasileiros. Brasília: Ipea. (Texto para Discussão, 441).

[22] Lucas Jr. R. E. (1988). On the mechanics of economics of economic development. Journal of Monetary Economics, (22): 3-42.

[23] Marques Junior, L. dos S., Oliveira, C. A. de, & Jacinto, P. de A. (2006). O papel da política

fiscal local no crescimento econômico de cidades: uma evidência empírica para o Brasil. In: Encontro Nacional de Economia, 34, Salvador, 2006. Anais... Anpec.

[24] Mata, D. da., Deichmann, U., Henderson, J. V., Lall, S. V., & Wang, H. G. (2006). Um exame dos padrões de Crescimento das cidades Brasileiras. Brasília: Ipea. (Texto para Discussão, 1.155).

[25] Mello JR. L. R. de. (1996). Public finance, government spending and economic growth: the case of local governments. Mimeo.

[26] Oliveira, C. A. de. (2004). Crescimento econômico das cidades nordestinas: um enfoque da nova geografia econômica. In: Encontro Regional de Economia, 9., Fortaleza, 2004. Anais... Anpec.

[27] Oliveira, S. L. de. (1997). Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. São Paulo: Pioneira.

[28] Ortigueira, S. (1998). Fiscal policy in an endogenous growth model with human capital accumulation. Journal of Monetary Economics, 42(2): 323-355.

[29] Rajkumar, A. S., & Swaroop, V. (2008). Public spending and outcomes: Does governance matter?. Journal of Development Economics, 86(1): 96-111.

[30] Rebelo, S. (1991). Long run policy analysis and long-run growth. The Journal of Political Economy, 99(3): 500-521.

[31] Resende, G. M., & Figueiredo, L. de. (2005). Testes de robustez: uma aplicação para os determinantes das taxas de crescimento do produto interno bruto per capita dos estados brasileiros. Brasília: Ipea. (Texto para Discussão, 1.124).

[32] Richardson, R. J. (1999). Pesquisa social: métodos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas.

[33] Rocha, F., & Giuberti, A. C. (2007). Composição do Gasto Público e Crescimento Econômico: um estudo em painel para os estados brasileiros. In: Encontro Nacional de Economia, 33, Salvador, 2005. Anais... Anpec.

[34] Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long run growth. The Journal of Political Economy, 94(5): 1002-1037.

[35] Romer, P. M. (1994). The Origins of Endogenous Growth. Journal of Economic Perspectives, 8(1): 3-22.

[36] Secretaria do Tesouro Nacional (STN). 2014. Contabilidade governamental. Disponível em: <www.stn.gov.br>. Acesso em: 13 abr. 2014.

CAPÍTULO 5

CONTROLE DE QUALIDADE NO PROCESSO DE LIXAMENTO DE UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA

Matheus de Lima Goedert
Larissa Sonda Rigon
Marina Moreira Cunha
Neusa Idick Scherpinski

Resumo: O presente trabalho apresenta uma pesquisa realizada em uma indústria de móveis localizada no município de Medianeira, no oeste do Paraná, com o intuito de analisar o controle de qualidade no processo de pintura de cadeiras de madeira produzidas por esta. Para isso, utilizou-se dados fornecidos pelo setor de engenharia da própria empresa, a partir dos quais foi realizada uma análise estatística completa e, com isso, pode-se comparar a ocorrência de cada tipo de defeito durante o período de tempo analisado, sendo que o Mal Lixado foi o que apresentou maior ocorrência, com uma média diária de 19,24 cadeiras. Como todos os tipos de defeitos apresentaram pontos discrepantes, essas variáveis não tendem à normalidade, portanto, atendem aos padrões de qualidade da empresa. Contudo, o Controle Estatístico do Processo (CEP) proposto mostrou que existem pontos acima do limite estabelecido, que devem ser corrigidos. As análises de variância, bem como as comparações de média (Tukey e Fisher), comprovaram que o Mal Lixado é o maior defeito na etapa de Lixamento. Pôde-se concluir, ainda, que esta ocorrência se dá de forma aleatória e independente de fatores externos ao processo.

1. INTRODUÇÃO:

A indústria moveleira, considerada uma atividade tradicional, apresenta grande importância para a economia brasileira, principalmente pela sua capacidade de geração de empregos. No Brasil existem aproximadamente 19.753 empresas, lotadas principalmente nas regiões sul e sudeste, que geraram em 2014 aproximadamente 327,5 mil empregos (MOVERGS, 2015).

Considerada uma das atividades mais antigas do mundo, a produção de móveis era inicialmente realizada por carpinteiros e artesãos, que, a partir da revolução industrial, passaram a utilizar máquinas e ferramentas com o intuito de facilitar o trabalho e acelerar o ritmo de produção. O avanço tecnológico proporcionou a padronização dos produtos e favoreceu a produção em escala, sendo que, atualmente, o setor conta com uma tecnologia de produção consolidada e amplamente difundida. Além das inovações tecnológicas, destacam-se ainda as inovações organizacionais do setor moveleiro, em busca da melhoria contínua de seu processo produtivo (FERREIRA et al., 2008).

Neste contexto, insere-se o conceito de Gestão da Qualidade, que, de acordo com Paladini (1998), refere-se ao conjunto de estratégias adotadas visando produzir qualidade em processos, produtos e serviços. Algumas destas estratégias já eram praticadas de forma empírica pelos artesãos, que mantinham seu foco no produto. Contudo, foi com o advento da industrialização, e por conseguintes ganhos de escala, que este conceito se expandiu, passando a ser tratado como prioridade nos parques fabris, principalmente pela necessidade de padronização.

No mundo moderno, em um cenário de concorrência acirrada proveniente da economia globalizada, pode-se afirmar que os conhecimentos relacionados à qualidade ampliaram seus horizontes pensando além do produto. Neste sentido, Garvin (1987 apud CARVALHO, 2012) classificou cinco abordagens distintas da qualidade: transcendental, baseada no produto, baseada no usuário, baseada na produção e baseada no valor.

Diante disso, vale salientar que, neste estudo, a qualidade será abordada com base no produto, em que, segundo Teboul (1991), faz-se "necessário que exista algo mais ao produto, que nos fará escolher este ao invés de outro"; com base no usuário, que, de acordo com Juran (1974 apud CARVALHO, 2012), enfoca na satisfação das necessidades do consumidor; e com base na produção, relacionada às práticas de engenharia e da produção, em que a qualidade é considerada uma variável precisa e mensurável. Esta última é muito importante do ponto de vista do controle dos processos, principalmente pela utilização de métodos estatísticos.

O Controle Estatístico de Processos (CEP), segundo Paladini (1998), é "qualquer conjunto de condições ou causas que, agindo juntas, geram um dado resultado". O objetivo básico deste é conhecer o processo em estudo. Além do mais, os mecanismos do CEP envolvem técnicas que analisam as alterações no processo produtivo, visando determinar sua natureza e a frequência com que ocorrem. Por fim, as análises dessas alterações são feitas por mensuração de variáveis do processo.

Sendo assim, a presente pesquisa propôs analisar, com base no CEP, o controle de qualidade realizado na etapa de Lixamento da produção de cadeiras em madeira, produzidas em uma fábrica de móveis de alto padrão, lotada na região oeste do Paraná.

2. METODOLOGIA

Do ponto de vista da abordagem do problema, este estudo pode ser considerado uma Pesquisa Quantitativa, pois busca analisar os dados numéricos por meio de recursos e técnicas estatísticas. Portanto, a primeira etapa realizada foi o levantamento documental dos dados, os quais foram fornecidos pela fábrica em questão. Através do setor de Engenharia, a empresa mantém um banco de dados com informações referentes a produtividade e inconformidades identificadas em produtos ao longo de todo o processo produtivo.

Contudo, sob orientação da empresa, optou-se por estudar a etapa de Lixamento das cadeiras, pelo fato de ainda não apresentar nenhum tipo de análise dos dados obtidos por meio de um ponto de inspeção de qualidade antes da etapa de Acabamento (pintura). Além disso, de acordo com o Engenheiro responsável, esta é uma etapa de extrema importância para a qualidade, tanto do produto, quanto do processo, haja vista que o Lixamento prepara a superfície da madeira para receber o acabamento, que representa

uma expressiva parcela do custo de produção.

De posse dos dados, estes foram organizados em uma planilha no software Microsoft Excel, sendo que, posteriormente, foram criadas tabelas para correlacionar as variáveis desejadas e, a partir destas, os gráficos necessários para a análise estatística do caso.

Os testes de homocedasticidade foram realizados tanto para os dados originais, como para as transformações de dados ln |x+1|, raiz quadrada de (x), 1/(x+1); e, também, pelo valor de Fmáximo, obtido pelo quociente entre a maior e a menor variância.

Por fim, foram realizados os testes de Tukey e Fisher, bem como análise de variância (ANOVA), os quais permitiram extrair conclusões sobre o controle de qualidade da empresa. Nestas análises e demais gráficos, foram utilizados ainda os programas computacionais Action, e Minitab.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISES EXPLORATÓRIAS

A seguir, encontra-se uma análise estatística descritiva dos tipos de defeitos em estudo (Batido, Mal Lixado e Rachado), conforme Tabela 1, onde pode-se perceber que, nas comparações entre as medidas de posição, o tipo de defeito Mal Lixado foi o que apresentou maior variação (maior amplitude). Além disso, este defeito foi o que apresentou maior média, mediana, bem como moda dentre todos.

Tabela 1 – Estatística descritiva para os defeitos

Análise	Quantidade	Defeito Percentual	Rachado
Média	0,328	19,240	1,977
Desvio Padrão	3,325	122,325	12,148
Variância	555,68	57,48	176,32
Mínimo	0,000	3,000	0,000
Primeiro Quartil	0,000	10,500	0,000
Mediana	0,000	17,000	0,000
Terceiro Quartil	0,000	25,000	3,000
Máximo	19,000	53,000	21,000
Moda	0	8	0
Assimetria	8,93	0,86	2,73
Curtose	88,67	0,36	9,09

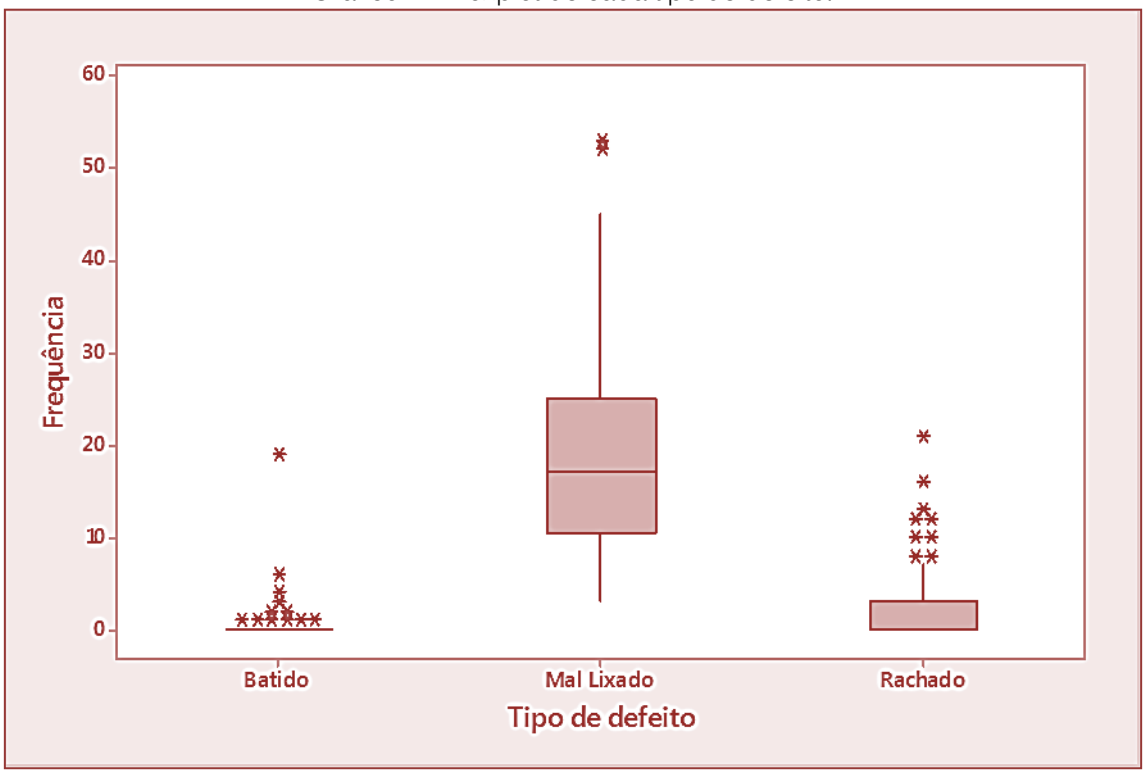
O coeficiente de variação é dado pela fórmula: CV = [(desvio padrão)/média]x100. Sendo assim, é possível calcular o mesmo para cada tipo de defeito, obtendo-se: batido: CV = 1013,71%; mal lixado: CV = 635,78%; rachado: CV = 614,46%. Com base nesses dados, conclui-se que todos os tipos de defeito apresentam variabilidade muito alta, sendo que o batido é o que possui a maior variabilidade dentre todos.

Com relação à assimetria, tem-se que os tipos de defeitos batido e rachado apresentam simetria positiva, enquanto que o mal lixado apresenta simetria normal tendendo à positiva.

Por fim, realizando uma análise da curtose, tem-se que os defeitos batido e rachado apresentam distribuição leptocúrtica, o que, provavelmente, deve-se ao fato de que se trata de uma amostragem grande. Por outro lado, a distribuição do defeito Mal Lixado pode ser considerada mesocúrtica, ou seja, normal.

Além disso, foi realizada uma análise gráfica acerca dos dados quantitativos referentes ao controle de qualidade do processo de Lixamento de cadeiras fabricadas em madeira, sendo que os resultados estão dispostos nos Gráficos 1 ao 6, abaixo.

Gráfico 1 – Boxplot de cada tipo de defeito.

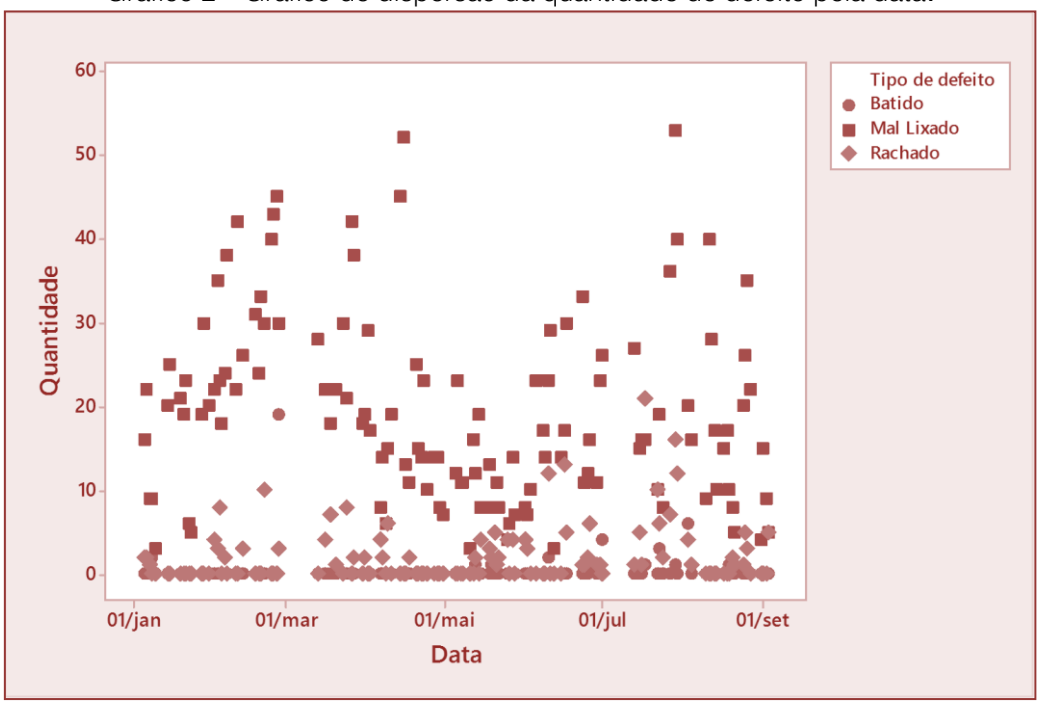


Observando o Gráfico 1, pode-se perceber que o tipo de defeito que apresentou maior variação foi o mal lixado. Por outro lado, o defeito rachado apresentou menor variação, maior quantidade de pontos discrepantes e uma certa regularidade na distribuição dos mesmos, enquanto que o defeito batido apresentou apenas pontos discrepantes sem devida regularidade.

Assim, é possível concluir que, como todos os tipos de defeitos apresentaram pontos discrepantes, essas variáveis não tendem à normalidade e, portanto, atendem aos padrões de qualidade do Controle Estatístico de Processos (CEP) da empresa.

O Gráfico 2, referentes a quantidade de defeito pela data, explicita que o defeito mal lixado é o que mais ocorre durante o período de tempo considerado, seguido pelo rachado e, então, pelo batido, sendo que este último praticamente não ocorre em vários dias nos quais foi realizado o controle de qualidade. Os dados do gráfico estão dispostos na forma de “nuvem de pontos”, ou seja, de maneira distribuída, indicando que, provavelmente, não há fatores externos atuando sobre o processo de Lixamento das cadeiras. Logo, é possível concluir que o controle estatístico de processo se encontra nos conformes dos padrões da empresa.

Gráfico 2 – Gráfico de dispersão da quantidade de defeito pela data.



Conforme análise dos Gráficos 3, 4 e 5, pode-se notar que, para todos os tipos de defeitos, a maior frequência de ocorrência dos mesmos se deu em quantidades baixas, ou seja, poucos defeitos em um único dia ocorreram com maior frequência do que muitos defeitos.

Gráfico 3 – Gráfico de pareto para o defeito mal lixado.

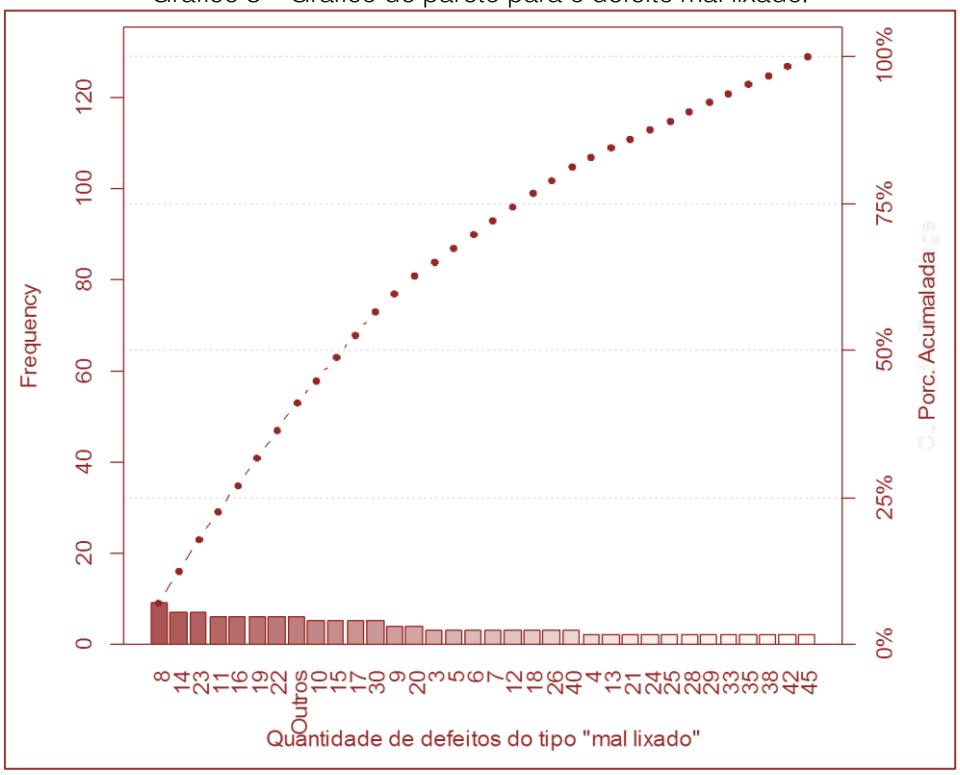


Gráfico 4 – Gráfico de pareto para o defeito rachado.

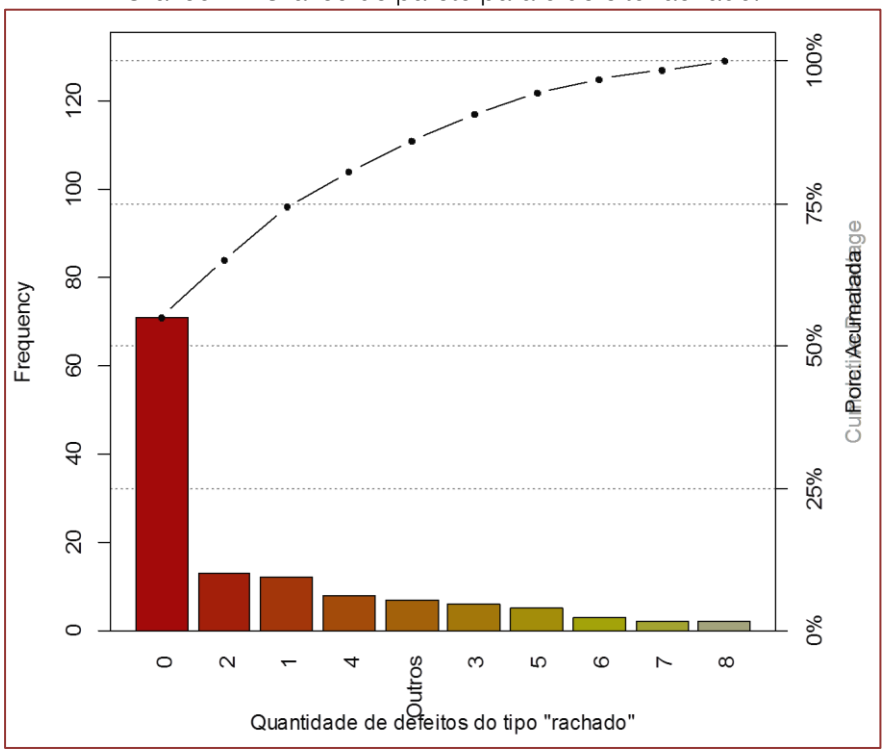
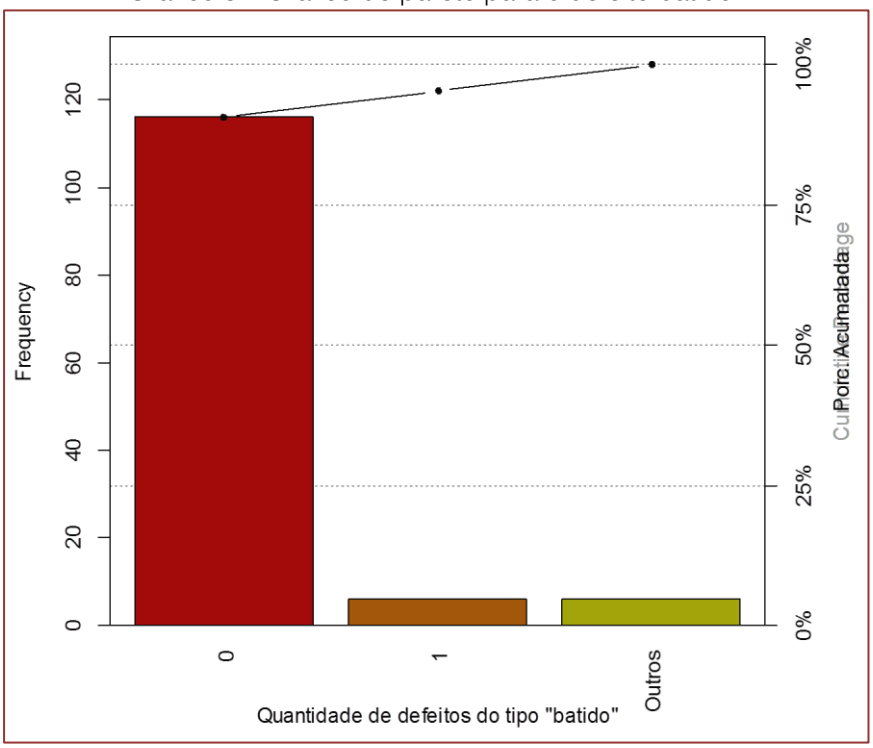


Gráfico 5 – Gráfico de pareto para o defeito batido.



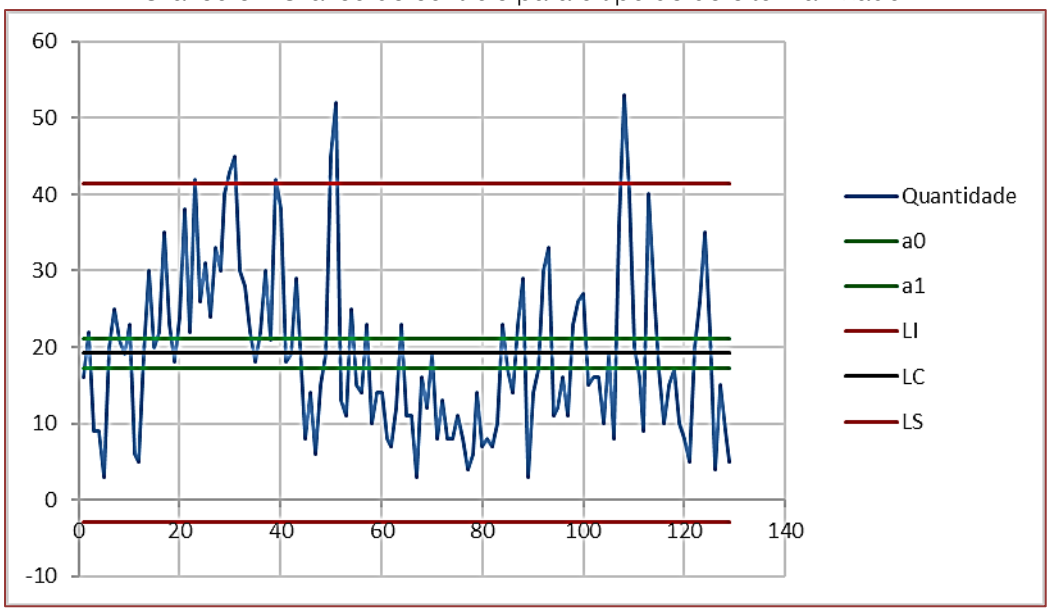
3.2. CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO

Ainda com o intuito de realizar uma análise acerca do controle de qualidade do processo de Lixamento das cadeiras em madeira, foi utilizada outra ferramenta estatística, o Controle Estatístico de Processo (CEP), o qual foi feito para cada tipo de defeito separadamente, conforme segue abaixo.

Com base no Gráfico 6, pode-se notar que há três pontos acima do limite superior, ou seja,

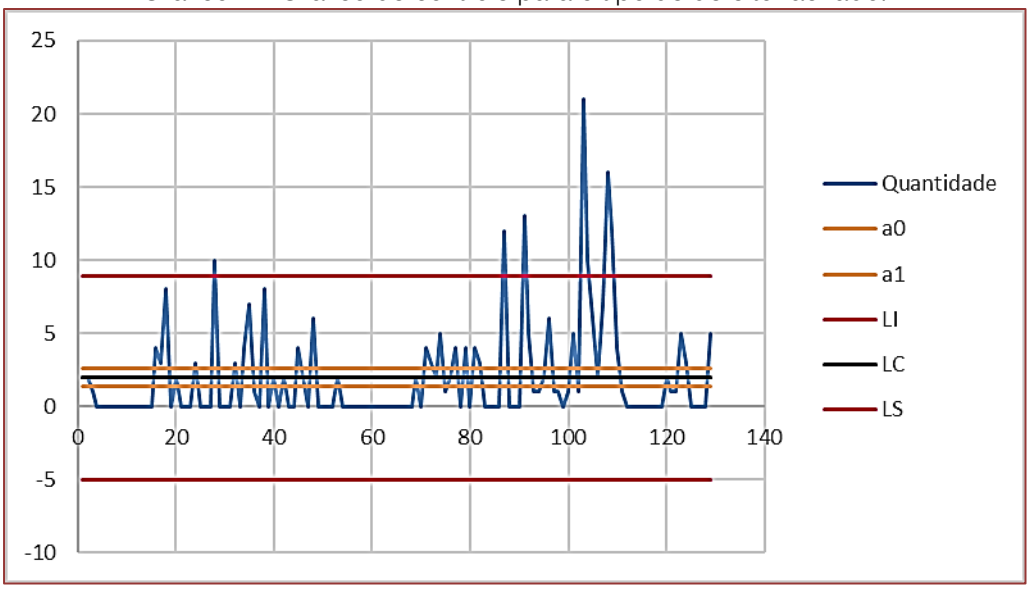
fora do intervalo de controle. Além disso, existem dois pontos que se encontram sob o limite superior.

Gráfico 6 – Gráfico de controle para o tipo de defeito mal lixado.



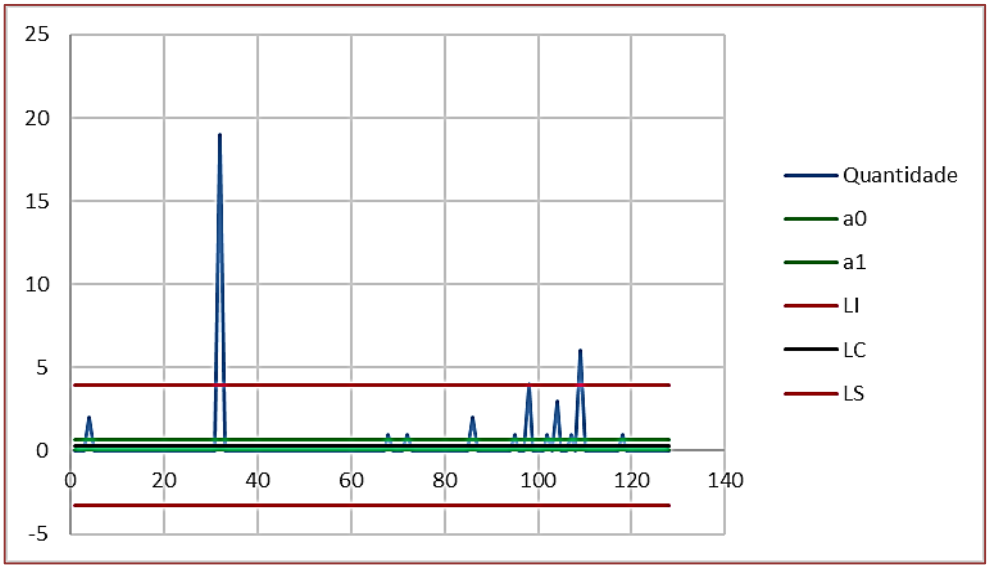
O Gráfico 7, por sua vez, indica que o defeito rachado apresentou cinco pontos acima do limite superior (fora do intervalo de controle) e dois pontos próximos a este limite.

Gráfico 7 – Gráfico de controle para o tipo de defeito rachado.



A análise do Gráfico 8 permite concluir que o defeito batido apresenta apenas dois pontos acima do limite superior de controle, bem como apenas um ponto sob este limite. Além do mais, nota-se que a maioria dos outros pontos se encontram próximos ao limite central.

Gráfico 8 – Gráfico de controle para o defeito batido



Desta maneira, pode-se concluir que, para todos os tipos de defeitos, apesar de haver baixos índices de inconformidades, o processo não está totalmente controlado, uma vez que há pontos fora dos limites superiores de controle. Esse fato indica que é necessário realizar medidas corretivas para regularizar o processo de Lixamento das cadeiras.

3.3 Análises de Variância

Com o objetivo de comparar os tratamentos e avaliar a significância do modelo, foi realizada a análise de variância (ANOVA), como mostram as Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Análise de Variância

Fonte deVariação	Grau de Liberdade	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	Frequência
Tratamentos	2	28265	14132,5	306,94
Resíduos	383	17635	46	-
Total	385	45900	-	-

A análise de variância, representada pela Tabela 2, apresentou diferenças significativas entre as médias ao relacionar as quantidades de ocorrência de cada tipo de defeito apresentado no controle de qualidade do Lixamento das cadeiras. Considerando que o valor de F é maior que Fcrítico (Fcrítico=3), rejeita-se Ho, portanto, pode-se concluir e afirmar que as diferenças entre as médias dos defeitos rachado e batido, se comparadas à média do mal lixado, foram significativas.

A Tabela 3 (abaixo) apresenta a comparação das médias pelos métodos de Tukey e Fisher, os quais ressaltam as diferenças entre as médias de cada tipo de defeito apresentado nas cadeiras quando do controle de qualidade.

Tabela 3 – Comparação de média entre os tipos de defeitos.

Tipo de defeito	Média	Tukey	Fisher
Mal lixado	19,24	A	A
Rachado	1,977	B	B
Batido	0,328	B	B

Conforme a Tabela 3 pode-se notar que não houve diferença significativa entre os tipos de defeito rachado e batido (ou seja, suas médias não se diferem significantemente), apenas entre o mal lixado com relação aos demais, sendo que o mesmo apresentou média muito superior ao batido e ao rachado. Portanto, pode-se concluir que o tipo de defeito Mal Lixado é o maior problema da empresa quanto à ocorrência de defeitos, e, por isso, necessita uma atenção especial, bem como medidas para resolver o problema.

A análise de resíduos apresentou independência, no entanto não apresentou normalidade, o que já era de se esperar, uma vez que o processo de Lixamento independe de fatores externos e, caso houvesse normalidade, o mesmo provavelmente possuiria erros e vícios.

Os testes de homocedasticidade indicaram que os resíduos não são homocedásticos. Assim sendo, propõe-se uma coleta de dados mais detalhada e melhor controlada por parte dos responsáveis. No entanto, outro fator que pode ter contribuído para a não homocedasticidade dos dados é o fato de que há diferenças significativas entre a ocorrência de determinados tipos de defeito; por exemplo, o mal lixado ocorre com bastante frequência, enquanto o batido e o rachado ocorrem com frequências menores.

4.CONCLUSÃO

Pode-se concluir, através do presente trabalho, que o controle de qualidade do processo de Lixamento das cadeiras fabricadas pela empresa em questão pode ser considerado eficaz, pois é possível notar que os defeitos não ocorrem com dependência de fatores externos, não há vícios nem tendências neste processo.

Com base na Análise de Variância, notou-se que um defeito não interfere na ocorrência dos demais. Além disso, foram obtidos os resultados desejados quanto à normalidade e homocedasticidade dos dados, uma vez que os mesmos não atenderam estes requisitos, o que era esperado justamente pelo fato de que os defeitos não ocorrem com dependência de algum fator.

Por fim, notou-se que o maior problema da empresa quanto ao processo de Lixamento das cadeiras é o defeito mal lixado, que ocorreu com maior frequência durante o período de tempo analisado, indicando que são necessárias atitudes para o corrigir e controlar. No entanto, a ocorrência de defeitos encontra-se controlada se comparada ao volume de produção da empresa.

REFERÊNCIAS

[1] CARPINETTI, Luiz C. R. Gestão da Qualidade: Conceitos e técnicas. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

[2] CARVALHO, Marly M. de; PALADINI, Edson P. Gestão da Qualidade: Teoria e Casos. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

[3] FERREIRA, Marcos J. B.; GORAYEB, Daniela S.; ARAÚJO, Rogério D.; MELLO, Carlos H.; BOEIRA, Jorge L. F. Relatório de acompanhamento setorial: Industria Moveleira. Vol. 1, Campinas: ABDI/Unicamp, 2008.

[4] MOVERGS. Relatório setorial 2015 polo moveleiro do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.movergs.com.br/img/arquivos/movergs/dados-movergs_147.pdf >. Acesso em: 25 ago. 2016.

[5] PALADINI, Edson P. As bases históricas da Gestão da Qualidade: a abordagem clássica da Administração e seu impacto na moderna Gestão da Qualidade. Gestão e Produção. Vol. 5, n.3, p.168-186, 1998.

[6] TEBOUL, JAMES. Gerenciando a Dinâmica de Qualidade. 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1991.

CAPÍTULO 6

O GERENCIAMENTO DA INFORMAÇÃO NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE UMA EMPRESA DO SETOR ALIMENTÍCIO: USO DE JOGOS EMPRESARIAIS PARA A OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA LOGÍSTICO

Kezia Sayoko Matsui Pereira
Bárbara Helen Rodrigues Ramires Seribeli
Eduardo Baches
Rayssa de Andrade Pache
Renan Mitsuo Ueda

Resumo: O presente artigo visa avaliar o impacto dos custos de distribuição física de produtos com a integração da cadeia de suprimento, em uma empresa especializada no ramo do setor alimentício. A metodologia se deu com o uso do Software UFV Beer Game, sendo realizados testes em dois cenários de distribuição, na inexistência de informações entre os componentes da cadeia e do conhecimento dos dados da demanda de produtos dos clientes. O método de Monte Carlo foi utilizado para calcular a previsão de demanda do produto, e a partir do mesmo, possibilitou prover a informação que fluiu nos elos da cadeia. Assim, realizou-se o tratamento dos custos logísticos e elaborou-se um gráfico comparativo dos cenários em estudo, a fim de observar o comportamento da rede em relação aos seus custos com e sem o conhecimento da demanda dos clientes diretos. O uso da informação logística causa um impacto positivo na redução dos custos de todos os integrantes da cadeia, e consequentemente permite o fortalecimento da rede.

Palavras chave: Cadeia de Suprimentos, *Beer Game*, Logística
.

1. INTRODUÇÃO

A competitividade nos mercados varejistas vem crescendo nos últimos anos devido ao aumento do número de estabelecimentos, bem como a quantidade de empresas fornecedoras dos produtos distribuídos, principalmente nos países emergentes, que é o caso do Brasil. Segundo Deloitte (2013), em 2011, as empresas com crescimento mais rápido estavam situadas em países de mercado emergente. Logo, estes têm se tornado atrativo para a entrada de redes estrangeiras no mercado nacional, o que vem contribuindo significativamente para o aumento da competitividade, sendo essas as detentoras da maior fatia de lucro do setor. Dessa forma, as empresas procuram táticas de diferenciação que garantam a disponibilidade de seus produtos ao cliente final. Assim, o desempenho de vendas de um comércio varejista é resultado da performance de todas as empresas antecessoras, ou seja, da cadeia de suprimentos com um todo. Além das ações locais, as globais se tornam estratégicas para que uma empresa seja mais competitiva no setor em que atua.

Para isso, a logística tem se tornado essencial na operacionalidade de serviços entre fornecedores, indústria e os diversos intermediários existentes até a chegada do produto junto ao consumidor final. A configuração da rede de distribuição dos produtos é peça-chave para otimizar o fornecimento do bem na quantidade e no período que minimizem os custos totais de produção, estoque e transporte, sem interferir na disponibilidade do item nas prateleiras. A complexidade dessa questão envolve outras decisões como mix de produtos, armazenagem, distribuição e transporte, além dos requisitos do marketing, que não devem ser pensadas separadamente. Desse modo, além de conhecer a *supply chain*, as empresas devem estar inseridas na mesma, a fim de interagir, buscando a otimização de toda a cadeia, pois somente dessa forma, as vantagens competitivas poderão ser evidenciadas (SIMCHI-LEVI, KAMINSKY, SIMCHI-LEVI, 2010; PIRES, 2009).

Como forma de integrar os vários níveis da cadeia de suprimentos, existem os módulos ERP (*Enterprise Resource Planning*), que reúnem informações dos vários elos, a fim de estabelecer uma sincronia entre as partes, auxiliando no planejamento e resultando na redução do efeito chicote. No entanto, os softwares ainda são de custo elevado, o que dificulta a sua implementação. Para fins de estudos, esses módulos podem ser substituídos por jogos empresariais. Um dos jogos mais utilizados para resolução de problemas logísticos é o *Beer Game*, integrando e fortalecendo a troca de informações através da administração de estoques em todos os estágios da cadeia produtiva da cerveja (SIMCHI-LEVI, KAMINSKY, SIMCHI-LEVI, 2010).

Sendo assim, este trabalho apresenta o uso de um sistema de informação na observação da dinâmica da *supply chain* em uma empresa no setor alimentício, através da comparação quantitativa das variáveis geradas pela simulação no *Beer Game*, evidenciando os resultados da integração das informações como base para formação de estratégias de negócio, culminando em maiores ganhos de produtividade e mercado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTO

Em um mercado competidor, as estratégias empresariais conduzem as organizações a fazerem melhorias por toda sua cadeia produtiva, diminuindo custos e aumentando os investimentos na cadeia de suprimentos. A configuração da rede logística consiste basicamente em fornecedores, centros de produção, depósitos, centros de distribuição, varejistas, além de matérias primas, estoque em processos e de produtos acabados que se deslocam entre as instalações (SIMCHI-LEVI; KAMINSKY; SIMICHI-LEVI, 2010).

Gerenciar a cadeia de suprimentos trata-se de utilizar um conjunto de métodos para fazer a integração entre às áreas da logística, transporte, armazenamento, custos e etc. Além disso, para uma melhor análise de toda cadeia é preciso considerar fornecedores de fornecedores e clientes de clientes, pois estes também geram impactos no desempenho da rede.

O grande objetivo a ser alcançado pelo estudo da gestão da cadeia de suprimentos seria conferir que o produto seja entregue no prazo, com preço acessível e qualidade, conforme a necessidade dos clientes.

2.2 VALOR DA INFORMAÇÃO

Para ter uma cadeia de suprimentos integrada é preciso que a informação entre os diversos setores esteja fluindo de maneira eficiente. Com o desenvolvimento cada vez mais

acelerado da tecnologia, um setor que tem auxiliado bastante às empresas é área de tecnologia da informação, com a criação de *softwares* e *hardwares* que auxiliam no fluxo contínuo das informações ao longo da cadeia. (CHOPRA E MEINDL, 2003).

Desse modo, o fluir de informações contribui para a redução da variabilidade dos estoques na cadeia de suprimentos, conferindo em melhores previsões de demanda dos fornecedores e agilidade de distribuição aos varejistas, aumentar a disponibilidade dos produtos e redução do *lead time,* a fim de atender os clientes.

2.3 PEDIDO PERFEITO

De acordo com Wanderley et.al (2011), um pedido perfeito deve abranger alguns requisitos, como ser entregue nas quantidades solicitadas; no periodo determinado, cumprindo o prazo acordado. Além disso, a documentação deve estar completa e exata (incluindo guias de remessa, faturas de embarque); entregues em perfeito estado e com a configuração correta para ser utilizado pelo cliente.

Portanto, a qualidade e eficácia durante a elaboração de todo o pedido é crucial para o pedido perfeito, onde os pré-requisitos podem ser atendidos com o auxílio de ERP's eficientes.

2.4 LOGÍSTICA

Por sua definição, a logística faz a gestão do fluxo de produtos, desde os pontos de fornecimento até os de consumo, tendo como objetivo principal satisfazer a demanda dos clientes ao menor custo possível. De forma geral, a logística engloba todas as atividades ligadas à posse e movimentação dos produtos nas organizações: previsão da demanda, gestão de estoques, transportes, armazenagem, *design* de redes de distribuição, entre outros.

Segundo Coelho (2015), a logística tem um papel importante na composição dos custos de uma organização, como: transporte, armazenagem e estoques, juntos representam geralmente mais de 10% do custo de um produto e esta proporção pode chegar facilmente a 30% em alguns setores, como o alimentício. Já para os clientes, a logística age como parte da criação de valor ao tornar os produtos disponíveis no local e momento desejados para o consumo.

2.5 ERP

De acordo com Russomano (2000), o ERP pode ser definido como um sistema de informação integrado por meio de um software comercial, tendo como objetivo dar suporte para as operações de uma organização. Geralmente, são divididos em módulos que se comunicam em uma mesma base de dados central, de forma que as informações alimentadas em um módulo são disponibilizadas instantaneamente para os demais que necessitam dessas informações.

Segundo Souza (2000) o ERP surgiu por volta da década de 90 onde grandes corporações industriais adotaram este tipo de ferramenta, surgindo como uma evolução dos sistemas MRP II, pois permitem controlar os demais recursos da empresa (recursos financeiros, humanos, de vendas, distribuição, entre outros.). Para Corrêa e Gianesi (1996), o princípio básico do MRP II configura-se como um método de cálculo de necessidades, viabilizado pela utilização de sistemas computacionais que permitem identificar o volume e o tempo dos recursos de manufatura (materiais, pessoas, equipamentos, entre outros), para que se cumpram os programas de entrega de produtos com estoques reduzidos. Sendo assim, o ERP utiliza a infraestrutura tecnológica para o suporte às operações da empresa, pela integração dos departamentos que permite uma redução significativa de todos os custos envolvidos.

2.6 JOGOS EMPRESARIAIS

Conforme Lima (2004), os jogos empresariais são utilizados para muitos fins, como: treinamento e desenvolvimento de pessoas, avaliação de potencial, na área educacional, suporte em planejamento e tomada de decisões, bem como, na formação de profissionais de diversas áreas. Além disso, os jogos quando bem utilizados permitem o desenvolvimento de conhecimento técnico, habilidades estratégicas e competências individuais dos jogadores.

Em tese, o jogo empresarial simula a realidade na visão do mundo dos negócios, onde um desafio é lançado, o mesmo contém regras claras e objetivas a serem cumpridas; ou seja, o resultado do jogo é o reflexo do comportamento individual de cada jogador,

uma vez que as decisões são tomadas por cada um dos componentes.

2.7 UFV BEER GAME

De acordo com Ambrósio, Braga e Pereira (2006), o *UFV Beer Game* estende o *Beer Game Original* permitindo simular uma cadeia de produção e distribuição de cerveja com vários varejistas, atacadistas, distribuidores e fábricas, possibilitando uma simulação mais próxima de uma cadeia real de produção e distribuição. Cada papel na cadeia tem associadas quatro variáveis de controle ou de decisão, cujos valores são apresentados por meio de gráficos apenas ao jogador que representa o papel de gerente do jogo. Essas variáveis são:

- Pedidos: corresponde à quantidade semanal de cerveja pedida ao seu fornecedor imediato;
- Atrasados: é o total de pedidos atrasados de cada papel, ou seja, pedidos ainda não atendidos devido à insuficiência de estoque nos demais elos da cadeia;
- Estoque: corresponde a quantidade de caixas de cerveja registradas no estoque local ou no estoque em trânsito;
- Custos: segmentam-se em três partes: estoque local (corresponde ao valor do estoque de manutenção disponível para atender a demanda), estoque em trânsito (transporte do produto até os clientes) e *backorders* (pedidos atrasados ou por falta de mercadoria).

3.METODOLOGIA

3.1 A EMPRESA E O RAMO

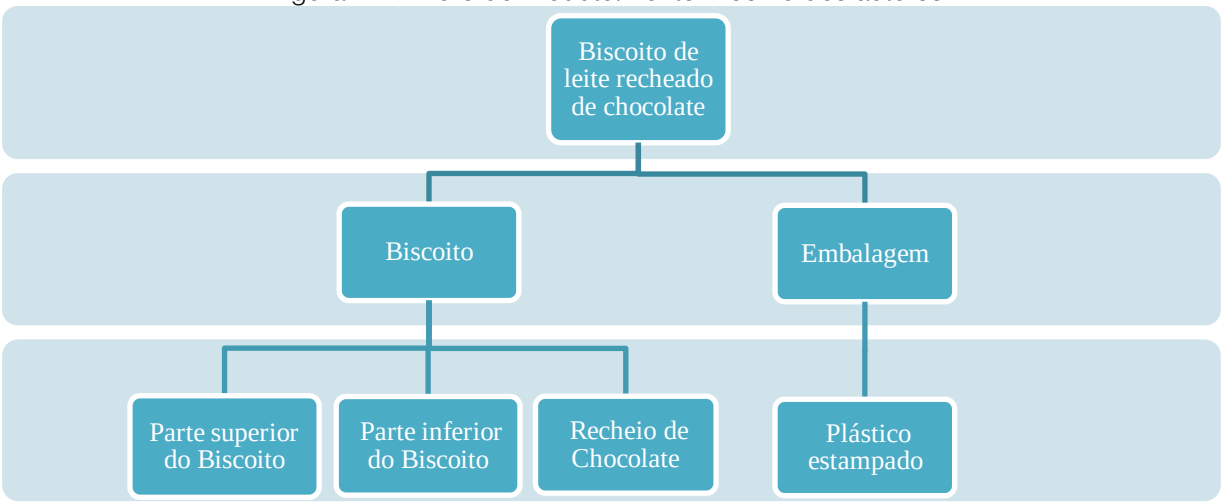
O presente estudo visa simular através do programa *Beer Game*, a dinâmica da cadeia de suprimentos de uma empresa especializada no ramo alimentício. Nesse grupo ela compreende o segundo mercado em faturamento e volume de vendas no Brasil. A empresa possui 30 fábricas espalhadas pelo país, sendo responsável pela produção de cerca de 1,4 milhões de toneladas por ano.

O estudo será focado na produção de biscoito recheado e sua distribuição na região da Grande Dourados – MS. Assim, os produtos são fabricados e embalados no interior de São Paulo, a partir desse local os itens acabados são transportados para o centro de distribuição na cidade de Três Lagoas – MS. De acordo com a demanda dos itens, são deslocados para os grandes centros atacadistas (Atacadão, Fort, representantes) e enfim aos clientes varejistas (supermercados e pequenas redes).

3.2 ÁRVORE DO PRODUTO

A árvore do produto integra os componentes básicos envolvidos na fabricação de um produto acabado, conforme ilustra na Figura 1.

Figura 1 – Árvore do Produto. Fonte: Acervo dos autores



Fonte: Acervo dos autores

A estrutura apresenta a explosão da necessidade de itens para compor o produto final, a partir dessas informações a fábrica cria uma sistemática para suprir a demanda de seus clientes.

3.3 FLUXO DE INFORMAÇÃO

A árvore do produto integra os componentes de fabricação, que são a base para identificação das necessidades de materiais junto aos fornecedores, para emissão de ordem de produção e distribuição aos demais integrantes da rede logística até chegar ao cliente final. A principal dificuldade dessa dinâmica está na troca de informações de abastecimento da cadeia logística, em benefício à coordenação dos processos e atividades, que abrangem as áreas de produção, estoque, localização e transporte; bem como, os conhecimentos para prever as demandas e gerenciá-las (CHOPRA E MEINDL, 2003).

Nesse sentido, o estudo está relacionado à compreensão de como o uso da informação traz benefícios à empresa. A ferramenta de simulação logística *Beer Game*, será o meio utilizado para a análise de distribuição dos itens no decorrer da rede logística, tendo o foco na comparação dos custos.

Serão realizados dois jogos, compondo 5 integrantes: 2 varejistas, 1 atacadista, 1 distribuidor e 1 fábrica.

- Jogo 1: rodadas com todos os componentes de cada setor da cadeia, sem qualquer tipo de informação entre as partes.
- Jogo 2: rodadas com componentes de cada setor da cadeia, com uso de fluxo de informações de demanda baseado no modelo de Monte Carlo.

Para o jogo 2 utilizou-se as informações de demanda como auxílio a tomada de decisão. A metodologia para o cálculo da demanda (caixas) do biscoito recheado se dá pelo uso do método de Monte Carlo, esse procedimento consiste da simulação de diferentes cenários, por meio da geração de números aleatórios como forma de conceber valores as variáveis do sistema em estudo (LUSTOSA, PONTE e DOMINAS, 2004).

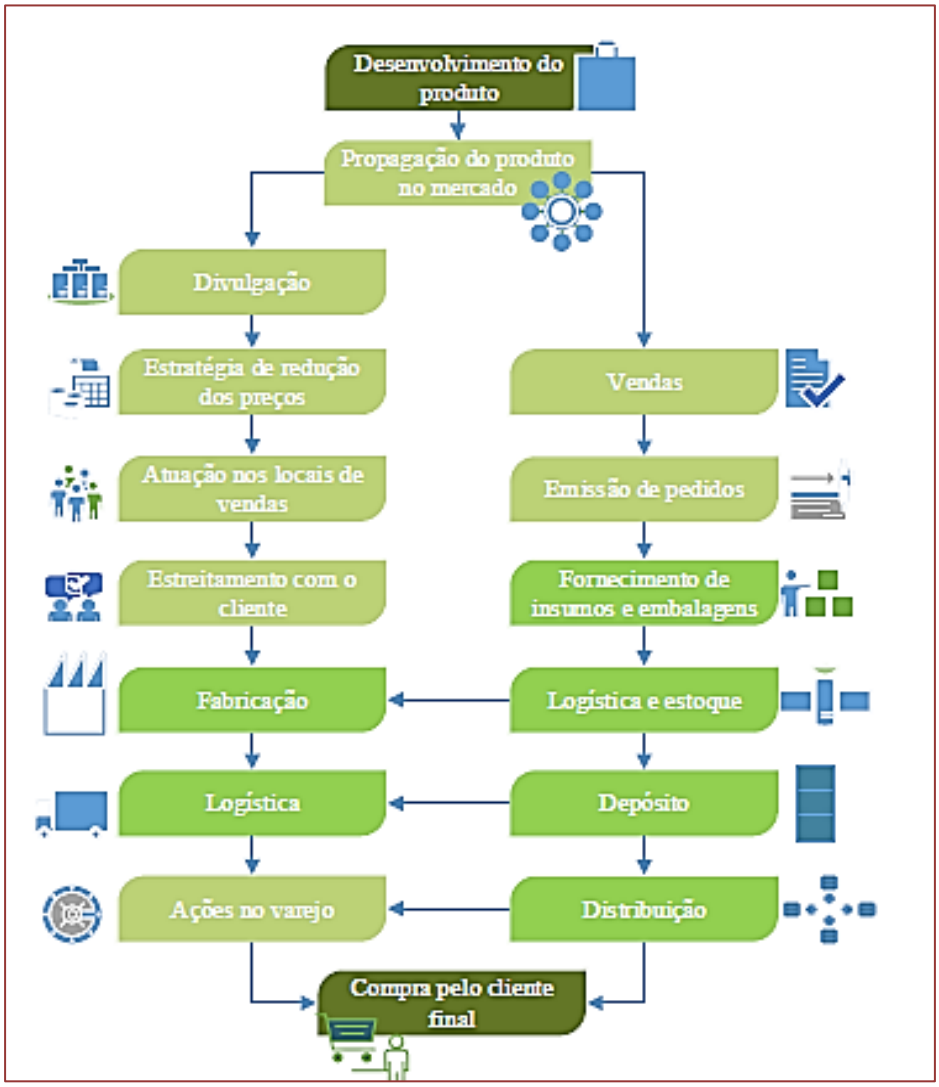
O procedimento tem como valor base a variação do consumo do produto em uma semana, para a partir desses, obter valores mais concretos da previsão de demanda e seus desvios. Consideram-se no primeiro mês uma variação entre 69 e 125 caixas, e no segundo, uma faixa de pedido do cliente de 125 e 150 caixas.

Assim, com base nos dados da variação média da demanda semanal do produto da empresa, foram gerados mil cenários referentes aos pedidos de dois meses do produto, conferindo uma visão mais realística da oscilação da demanda e por meio desses dados obtiveram-se estatísticas de distribuição para o período. Essas informações foram repassadas previamente para todos os integrantes da cadeia, fornecedores e clientes.

Após a realização do jogo 1 e jogo 2, trataram-se os dados de custos obtidos por cada integrante da cadeia e elaborou-se um gráfico comparativo dos gastos de distribuição física. Por fim, analisaram-se os resultados alcançados com o uso de práticas de gerenciamento de tecnologia de informação no decorrer da cadeia.

3.4 DISTRIBUIÇÃO FÍSICA DA EMPRESA

Figura 2 – Cadeia logística da empresa



Fonte: Acervo dos autores

3.5 FUNCIONAMENTO DO BEER GAME

Essa seção compreende as diretrizes do manual do *UFV Beer Game*, quanto os procedimentos do software e distribuição física dos produtos direcionada para a empresa em estudo. O jogo é formado por cinco componentes: Os varejistas iniciam a jogada a partir da demanda do consumidor e recebem os pedidos do atacadista de sua região; esse atacadista esta sujeito ao suprimento de produtos do seu distribuidor direto para cumprir esses pedidos; semelhantemente este distribuidor emite uma ordem de pedido à fábrica e aguarda seu fornecimento; por fim, a fábrica produz os itens e encaminha ao distribuidor, desenvolvendo o ciclo da cadeia de suprimentos.

As variáveis que monitoram os componentes do jogo são os pedidos, pedidos em atrasos, estoque e custo. A meta do jogo é minimizar os custos gerais envolvendo esses estoques, que engloba a lógica de sistemática de pedidos e ordenação da capacidade por cada agente do jogo.

Para o andamento do mesmo o gerente do jogo determina o *lead time*, correspondente ao tempo entre a realização do pedido (uma semana) e a entrega (duas semanas); e a ordem *delay*, que se refere ao período decorrido na comunicação do pedido entre os componentes da cadeia, sendo que cada rodada do jogo corresponde a uma semana. Quanto aos gastos, todos os componentes da cadeia iniciam zerados, a contabilidade dos custos se dá a partir da quantidade de caixas em atraso ($1,00), com adicionais ($0,60) para caixas em estoque e em estado de transporte para cliente direto ($0,50).

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

4.1 CONFIGURANDO A REDE LOGÍSTICA

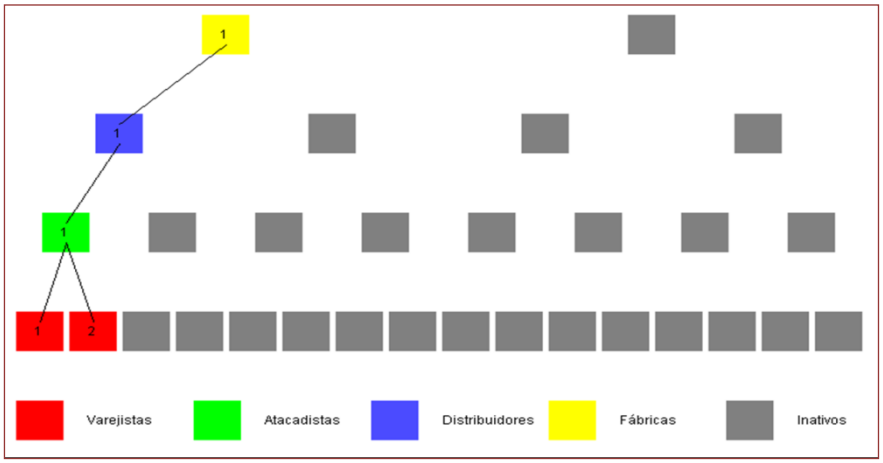
Em termos de jogos empresariais da rede logística o *Beer Game* nos permite simular uma cadeia de suprimentos composta por quatro segmentos sendo estes: varejo, revenda, distribuidor e fábrica.

O cenário logístico da Empresa X começa no projeto do produto. Dessa forma, é feito contato com os clientes para obter a demanda para então realizar as compras de matérias-primas e materiais de embalagem (fornecedores). Ao mesmo tempo se dão as estratégias de marketing e publicidade. Com os materiais recebidos dos fornecedores, o produto é fabricado e em seguida transportado até o depósito (centro de distribuição), e então distribuído aos clientes (varejistas). O consumidor final (cliente do cliente) adquire o produto no estabelecimento, no caso desse estudo, o biscoito recheado.

Deste modo, os participantes do jogo são convidados a gerenciar a demanda do produto de cada um dos segmentos em análise que compõe a cadeia, decidindo quais serão os pedidos feitos junto ao fornecedor. O foco desta análise da cadeia de suprimentos é a integração de cada componente, com maximização da eficiência deixando o cliente mais satisfeito e aumentando o *market share*, através do fluxo de informação em tempo real, a cada pedido semanal do consumidor, contribuindo para a minimização dos custos globais logísticos e o efeito chicote.

Para o modelo dos jogos 1 e 2 no *Beer Game* foi utilizada a mesma árvore do jogo (Figura 3), contendo 1 fabricante, 1 distribuidor, 1 atacadista e 2 varejistas. Os jogos tiveram como base a necessidade dos clientes varejistas. No cenário os biscoitos são fabricados no interior de São Paulo, a partir desse local os produtos acabados são transportados para o centro de distribuição na cidade de Três lagoas – MS. De acordo com a demanda os itens são deslocados para os grandes centros atacadistas (Atacadão, Fort, representantes) e aos clientes varejistas na região da Grande Dourados (supermercados e pequenas redes).

Figura 3 – Árvore do Jogo baseada na estratégia logística da empresa em análise



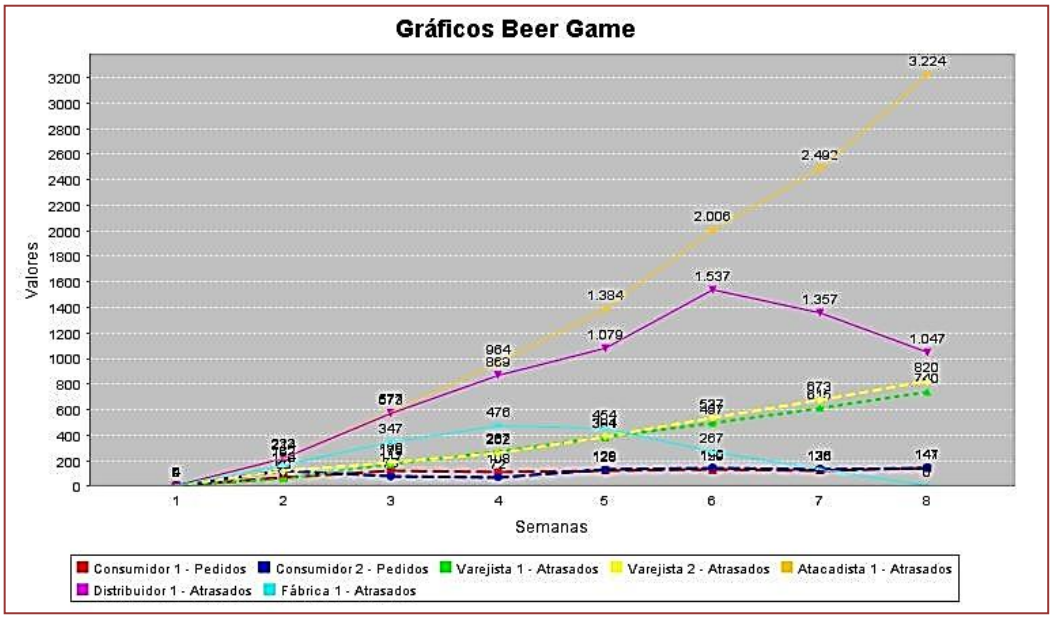
4.2 MAPEAMENTO DO FLUXO DE INFORMAÇÃO

4.2.1 SINAIS DAS DISFUNÇÕES DE CADA SEGMENTO

Para melhor evidenciar os impactos negativos gerados à cadeia pela falta de informação e parceria entre os segmentos, será utilizada uma análise de desempenho das entregas do produto por toda a cadeia, através da mensuração de pedidos em atraso.

Em questão da avaliação do pedido, para a mesma foi calculada a taxa de pedidos em atraso em cada estágio do pedido do cliente, considerando assim cada etapa do ciclo de vida do pedido. O Gráfico 1 nos mostra a relação entre pedido do consumidor final e pedidos atrasados por toda a cadeia.

Gráfico 1 – Pedidos atrasados por cada segmento da cadeia de suprimentos de biscoito recheado (caixas)



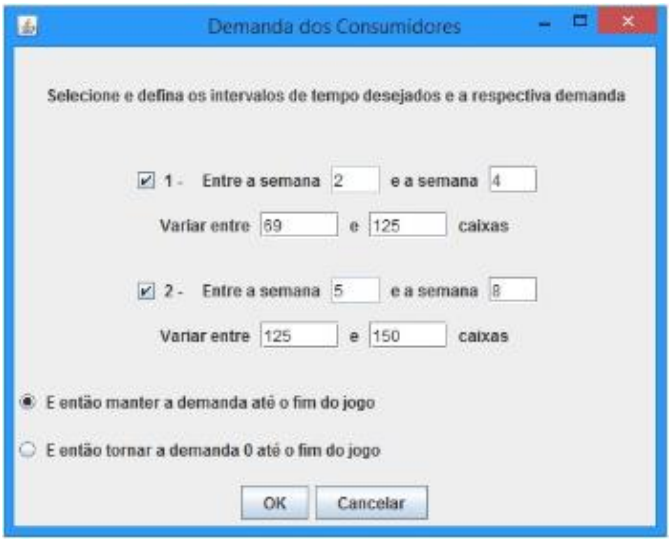
Diante deste cenário pode-se afirmar que mesmo que a cadeia esteja integrada no que se refere a processos logísticos, o Gráfico 1 indica que não há um trabalho com base na colaboração, em especial em questões de estratégias de estreitamento de relações baseadas em tecnologia da informação, como estratégias VMI (Estoque Administrado pelo Fornecedor), EDI (Intercâmbio Eletrônico de Dados), ou até mesmo um sistema de código de barras. Sendo assim, a falta de uma política de compartilhamento de informações estratégicas, nos impede fomentar melhores práticas que beneficiam a cadeia de suprimentos como um todo.

Tal afirmação se concretiza ao analisarmos o pedido de cada segmento, tendo como base a demanda média semanal dos consumidores 1 e 2, para período 5, temos respectivamente uma demanda de 125 caixas e 129 caixas, totalizando uma demanda média semanal de 254 caixas, 25.400 unidades para um atraso médio de entrega pelo varejo no mesmo período aproximado de 775 caixas, sendo destes atrasos 307,2% representado pelo Varejista 1 ao consumidor 1 e 303,1% representado pelo varejista 2 ao consumidor 2, a medida em que as rodadas do jogo avança maior é o impacto em atrasos, evidenciando quaisquer conhecimento do varejo a demanda de seus consumidores, a criticidade do segmento chega a 335,48% na última rodada pelo Atacadista 1 afetado pelos pedidos desordenados do varejo e atrasos de seu fornecedor, sendo assim fica claro ao observar no Gráfico 1 o efeito chicote ocasionado pela incerteza da demanda de consumidores e fornecedores.

4.2.2. PREVISÃO DE DEMANDA - MÉTODO DE MONTE CARLO

A fim de reduzir o custo total de toda a cadeia, bem como minimizar o efeito chicote, realizou-se uma previsão de demanda através do Método de Monte Carlo. Esse método corresponde a uma técnica baseada no uso de números aleatórios e estatísticas para a resolução de problemas.

Os dados utilizados para a previsão de demanda foram os disponibilizados pelo management (gerenciador) do jogo durante a sua criação conforme a Figura 4.



Para o método Monte Carlo considerou-se a variação da demanda para cada semana, isto é, o máximo e o mínimo. Na semana 2 e a semana 4 a variação foi de 69 a 125 caixas, e na semana 5 a 8, esta variação ficou na faixa entre 125 a 150 caixas. Sendo assim, a Tabela 1 apresenta um resumo da Figura 4.

Tabela 1 – Dados de demanda máxima e mínima.

Semana	Mínimo	Máximo
2 a 4	69	125
5 a 8	125	150

Fonte: Acervo dos Autores

Foram gerados 1.000 números aleatórios entre o máximo e o mínimo de cada semana, a fim de determinar uma demanda média para cada semana em questão. Os números aleatórios foram gerados, pois o jogo não disponibiliza um histórico de demanda, dessa forma o Método Monte de Carlo permite a realização de inferências quando a distribuição estatística é desconhecida.

Além disso, com os dados aleatórios também foi possível determinar o desvio padrão para cada período. Para a simulação, utilizaram-se planilhas de Excel. A demanda média obtida para a semana 2 a 4 foi de 98 caixas com um desvio padrão de 17, já durante a semana 5 a 8, a média de caixas a serem vendidas foi de 137, com desvio padrão de 8.

4.3 ESTRATÉGIA ERP

Para a segunda rodada do jogo, a previsão de demanda através do método Monte Carlo foi repassada para toda a cadeia, desde o varejista até o fabricante. Dessa forma, todos os jogadores trabalharam com base nessa demanda prevista, objetivando a redução dos custos com produtos em transporte, estoque e atrasados.

No novo método, as quantidades a comprar foram calculadas pelo método de Monte Carlo, sendo o principal parâmetro de

projeção de vendas para cada rodada. Os pedidos iniciais do jogo foram centralizados no varejo, fornecedor direto do consumidor final, sob a responsabilidade do segmento de revenda.

A introdução do sistema EDI proporcionou o alcance dos objetivos da mudança da cadeia, visando um maior desempenho no fluxo de informação em processo de operações, compra e venda, bem como a minimização dos pedidos em atraso ao centro de distribuição, acelerando a produção e nivelando os estoques.

Esta ação tornou-se visível a quantidade de produtos requerida de cada segmento em tempo real, durante as rodadas do jogo, sendo possível mensurar a entrega semanal e demanda futura. As decisões de compras dos jogadores foram rastreadas durante a execução do mesmo, bem como seus níveis de estoques e demanda atendida, a decisão do jogador subsequente, fornecedor, era dependente de seu cliente. Logo, houve uma padronização do processo de tomada de decisão em conjunto com a integração da cadeia de suprimentos, estimulando uma maior comunicação e estreitamento dos fornecedores.

4.4 IMPLANTAÇÃO DO ERP - ANÁLISE DO CUSTO TOTAL DA CADEIA DE BISCOITOS RECHEADOS

A implantação do sistema ERP proporcionou a integração de todos os componentes da cadeia através do fluxo de informação, garantindo com que fossem capazes de realizarem seus pedidos de modo mais preciso, uma vez que os mesmos tinham ciência da previsão de caixas demandadas por semana. Essa precisão na realização dos pedidos fez com que o custo de toda a cadeia reduzisse: estoque, transporte e produtos em atrasos.

Sendo assim, a Tabela 2 e a Tabela 3 mostram o custo individual dos integrantes da cadeia para cada rodada (8 semanas). A Tabela 2 corresponde ao jogo 1, onde não houve informação sobre a previsão de demanda nem qualquer forma de comunicação entre a cadeia, já a Tabela 3 corresponde ao jogo 2, na qual todos os integrantes da rede tinham conhecimento da previsão de demanda, bem como o fluxo de informação.

Tabela 2 – Custo da cadeia sem informação sobre a demanda

Integrantes	Jogada 1	Jogada 2	Jogada 3	Jogada 4	Jogada 5	Jogada 6	Jogada 7	Jogada 8
Atacadista	0	234	823	1799	3195	5213	7865,5	11380
Fábrica 1	0	326,5	972	1838,5	3035,5	4096	5038	5733,6
Distribuidor 1	0	226	811	1692	2931,5	4759	6454	8006
Varejista 1	0	62	237	504	888	1385	2000	2740
Varejista 2	0	116	306	568	959	1496	2169	2989
Total	0	964,5	3149	6401,5	11009	16949	23526,5	30848,6

Fonte: Acervo dos Autores

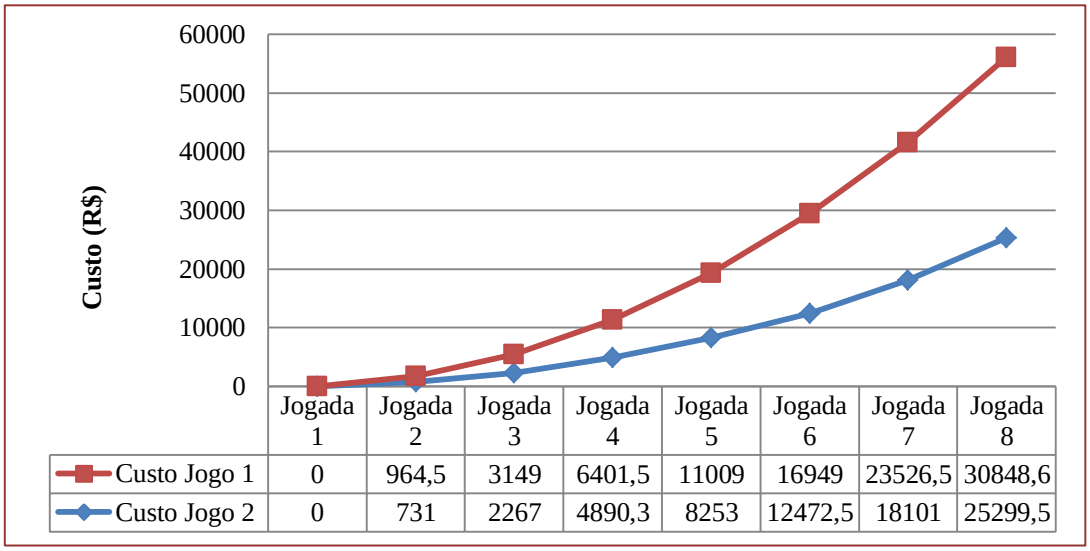
Tabela 3 – Custo da cadeia com informação sobre a demanda

Integrantes	Jogada 1	Jogada 2	Jogada 3	Jogada 4	Jogada 5	Jogada 6	Jogada 7	Jogada 8
Atacadista	0	155	535	1364	2493	4106	6157	8924
Fábrica 1	0	240	624	1363,3	2230	2892,5	3620,5	4903,5
Distribuidor 1	0	186	594	1116	1680	2570	4103,5	5666
Varejista 1	0	63	237	500	913	1467	2157	2992
Varejista 2	0	87	277	547	937	1437	2063	2814
Total	0	731	2267	4890,3	8253	12472,5	18101	25299,5

Fonte: Acervo dos Autores

Como pode ser visualizado nas tabelas anteriores, o custo total da cadeia ao final dos 8 períodos para o jogo 1 (sem informação sobre a demanda) foi de $30.848,60, enquanto que no jogo 2 (com informação sobre a demanda) $25.299,50 para o mesmo período. A fim de facilitar a análise, comparação e a visualização dos custos do jogo 1 e 2, elaborou-se o Gráfico 2 utilizando o custo total de cada período.

Gráfico 2 – Gráfico de comparação entre o custo total dos jogos 1 e 2



	Jogada 1	Jogada 2	Jogada 3	Jogada 4	Jogada 5	Jogada 6	Jogada 7	Jogada 8
Custo Jogo 1	0	964,5	3149	6401,5	11009	16949	23526,5	30848,6
Custo Jogo 2	0	731	2267	4890,3	8253	12472,5	18101	25299,5

Pode-se notar que houve uma redução considerável do custo total após a implantação de estratégias de gerenciamento da informação, todos os integrantes da cadeia conseguiram reduzir os seus custos, uma vez que, tinham o conhecimento da demanda de cada período. Se comparado o custo total do período 8 dos dois jogos, a redução do jogo 1 para o jogo 2 foi de aproximadamente 18%, isto é, $5.549,10.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidenciou que a integração dos elos de uma cadeia de suprimentos é um fator importantíssimo para que se obtenha redução de custos de estoques e de indisponibilidade do produto para o cliente final. Além disso, utilizando-se de uma técnica de previsão de demanda, bem como uma estratégia baseada na colaboração e estreitamento da relação com o fornecedor é possível reduzir significativamente os erros de quantidades de produção devido às falhas na comunicação e o efeito chicote.

Dessa forma, pode-se concluir que o uso de ferramentas de gestão para o planejamento e acompanhamento das informações internas e externas à cadeia de suprimentos levam não só à redução de custos, como também ao aumento da competitividade, já que se torna possível tomada de decisões em tempo real aos acontecimentos e com maior embasamento.

REFERÊNCIAS

[1] ABIA. O setor em números. Disponível em <http://www.abia.org.br/vs/setoremnumeros.aspx>. Acesso em 18 de Agosto de 2015.

[2] AMBRÓSIO, B.G. Manual do Software: UFV BEER GAME. Versão 1.4. Disponível em< http://www.ufjf.br/getproducao/files/2010/09/Manual .pdf>.Acesso em 15 de Agosto de 2015.

[3] AMBRÓSIO, B.G.; BRAGA, J.L.; PEREIRA, M.O. UFVBeerGame: intermediando o aprendizado em cadeias de fornecimento com simulação e jogos empresariais. Xvii Simpósio Brasileiro de Informatica na Educação.Viçosa, p. 121-130. jan 2006.

[4] ÂNGELO, L.B. Indicadores de Desempenho Logístico. Grupo de Estudos Logísticos - Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.cgimoveis.com.br>. Acesso em: 23 ago. 2015.

[5] CARVALHO, J.C. Logística. Lisboa: Edições Sílabo, 2002.

[6] CHOPRA, S.; MEINDL, P. Gerenciamento da cadeia de suprimentos. São Paulo: Pearson, 2003.

[7] COELHO, L.C. O que é logística? Disponível em: <http://www.logisticadescomplicada.com/o-que-e-logistica/>. Acesso em: 11 ago. 2015

[8] CORRÊA, H. L.; GIANESI, I.G.N. Just in time, MRPII e OPT: Um enfoque estratégico. São Paulo: Editora Atlas Ltda, 1996.

[9] DELOITTE. Os poderosos do varejo global: sem fronteiras em um ambiente multicanal. Relatório Deloitte, 2013.

[10] GOMES, C.F.S.; RIBEIRO, P.C.C. Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. Disponível em: <URL:http://books.google.com/books?id=B06QoZ8jB8IC&hl=pt-PT>. Acesso em 15 de Agosto de 2015.

[11] LIMA, Maurício. Jogos de empresa e operações logísticas. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em <http://www.ilos.com.br/web/jogos-de-empresa-e-operacoes-logisticas/>.Acesso em 07 de outubro de 2015.

[12] PIRES, SILVIO R. I. Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management) - Conceitos, Estratégias, Práticas E Casos. 2. Ed. Atlas, 2009.

[13] RUSSOMANO, V.H. PCP: Planejamento e controle da Produção. 6. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

[14] SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. Cadeia de suprimentos projeto e gestão**:** conceitos, estratégias e estudos de casos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

[15] SOUZA, C. A. Sistemas Integrados de Gestão Empresarial: estudos de casos de implementação de sistemas ERP. 2000. 305 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Universidade de Sao Paulo, São Paulo, 2000.

[16] WANDERLEY, M.N.D; VASCONCELOS, A.L.M.; PATRIOTA, M.M.S; OLIVEIRA, J. B. Avaliação do nível de serviço ao cliente de um operador logístico através de indicadores do pedido perfeito: Um estudo de caso em uma empresa transportadora. Minas Gerais, 2011. UFSC.

CAPÍTULO 7

MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR: UM ESTUDO DE CASO EM UM LABORATÓRIO DE ANÁLISES CLÍNICAS

Daniel Ribeiro Gomes
Gustavo Henrique Vaz Camargo
Naiara Faiad Sebba Calife

Resumo: Visando a melhoria do seu nível de serviço, eliminação de desperdícios, maximização de valor para seus usuários, bem como a redução de despesas, algumas organizações de saúde têm implementado conceitos advindos da Produção Enxuta (Lean Manufacturing). Esta abordagem recebe uma outra nomenclatura especifica para o setor, o *Lean Healthcare.* O artigo proposto tem por objetivo estudar um laboratório de análises clínicas, mais precisamente o setor de hematologia, de forma a se observar que melhorias podem ser implementadas utilizando os princípios do *Lean* aplicados em serviços de saúde. O procedimento de pesquisa estudo de caso foi utilizado. Foi feito o mapeamento do fluxo de valor com o objetivo de se conhecer melhor o processo e dar sustentação à identificação dos desperdícios. Os desperdícios e problemas encontrados foram relacionados à movimentação, espera excessiva, sobrecarga de trabalho, falta de padronização, falta de manutenção dos equipamentos e falta de gestão visual e organização no laboratório. As ferramentas sugeridas para reduzir os efeitos destes desperdícios sobre o processo de análises clínicas foram o 5S, padronização e gestão visual. Além destas ferramentas, também foram sugeridas mudanças na forma de realização das atividades, seguindo os princípios do *lean.*

Palavras chave: Mapeamento do fluxo de valor, Laboratório de análises clínicas, *Lean Healthcare*

1. INTRODUÇÃO:

Com o crescimento da população e seu envelhecimento, as despesas das organizações de saúde estão aumentando. Erros nesse setor são caros e prejudiciais aos pacientes e contradizem o mais básico princípio da saúde: “Primeiro, não fazer mal” (GROUT; TOUSSAINT, 2010). Confrontados com essa situação, as organizações de saúdes têm tentado operar seus serviços em níveis melhores, sendo pressionados a melhorar suas práticas e fazer mais com menos.

Abordagens de gestão de negócios são tradicionalmente vistas como uma disciplina distinta da gestão em serviços de saúde. Isso tem mudado ao longo dos últimos anos, com o valor da integração de técnicas de gestão de negócios em gestão em serviços de saúde ganhando reconhecimento, como um meio de proporcionar maior qualidade e atendimento mais eficiente (TRISOLINI, 2002). Conceitos e metodologias advindas do setor de manufaturas, tais como a Produção Enxuta (*Lean Manufacturing*), têm sido adotadas nessa área. Com foco na eliminação de desperdícios e maximização de valor para os clientes, as organizações de saúde têm implementado essa filosofia e obtido resultados significativos.

O objetivo desse trabalho é estudar um laboratório de análises clínicas, mais precisamente o setor de hematologia, de forma a observar que melhorias podem ser implementadas utilizando os princípios do *Lean* aplicados em serviços de saúde. O seguinte trabalho está divido em cinco partes: introdução, revisão bibliográfica, metodologia, estudo de caso e considerações finais. Na revisão bibliográfica é feito um levantamento da literatura sobre os princípios e práticas do *Lean*, desde a sua origem na indústria japonesa até sua aplicação nos serviços de saúde e na seção da metodologia é feita uma classificação da pesquisa quanto sua abordagem, procedimentos, natureza, objetivos e local. No estudo de caso, é mostrado a situação atual do laboratório e a partir disso é sugerido a aplicação de algumas ferramentas do *Lean* e por fim, nas considerações finais são apresentados comentários sobre as observações feitas durante o estudo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FILOSOFIA LEAN

Com a necessidade de se produzir uma grande variedade de veículos e com o mercado reduzido, Ohno (1988) diz que, as empresas foram incentivadas a procurar melhorias nos processos de produção, buscando flexibilidade e baixos custos para suprir a necessidade dos seus clientes. Com isso, o Sistema Toyota de Produção (STP) ganhou destaque pela sua alta produtividade, flexibilidade, confiança dos clientes e velocidade de produção.

Em 1991 a abordagem de produção criada por Ohno, foi nomeada no ocidente por Womack e Jones (1992), como *Lean* Manufacturing com a publicação do livro “A máquina que mudou o mundo”. A filosofia *Lean* pode ser descrita como um sistema integrado de princípios, práticas, ferramentas e técnicas com foco na redução de desperdícios, sincronizando fluxos de trabalho e gerenciando a variabilidade dos fluxos de produção (KONING et al., 2006).

De acordo com Womack e Jones (1996), existem cinco princípios do *Lean* que devem ser aplicados: (1) Valor para o cliente - qual o benefício obtido que o cliente realmente está disposto a pagar; (2) Fluxo de valor - identificar todos os processos envolvidos na entrega de valor para o cliente; (3) Fluxo contínuo - produção de lotes unitários, com cada item passado imediatamente para a próxima etapa do processo, sem paradas ou estoques; (4) Produção puxada - sistema que responde à demanda dos clientes de modo a não acumular estoques; e (5) Perfeição - eliminação de desperdícios, busca constante pela melhoria contínua dos processos.

A base do *Lean* é a busca constante da eliminação de desperdícios dentro das operações de uma organização. Aherne e Whelton (2010) destacam três tipos de atividades: atividades que agregam valor, atividades que não agregam valor e atividades que não agregam valor, porém são necessárias. Segundo Hines e Taylor (2000) 95% das atividades realizadas, em média, nas empresas não agregam valor para o cliente (60% são desperdícios totais e 35% são atividades necessárias) e apenas 5% das atividades realmente agregam valor, operações de transformação.

Para que o *Lean* consiga alcançar seus objetivos, é necessária a aplicação de

ferramentas que auxiliarão na obtenção dos resultados. Algumas das ferramentas utilizadas pelo *Lean* são:

2.1.2 MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR:

É uma ferramenta que utiliza símbolos gráficos para documentar e apresentar de forma visual a sequência e o movimento de informações, materiais e ações que constituem o fluxo de valor de uma empresa. Tal fluxo consiste em todas as atividades realizadas pela empresa, tanto as que agregam valor, bem como as que não agregam, de forma que a organização possa projetar, produzir e entregar seus produtos para seus clientes. (WERKEMA, 2011). De acordo com Nazareno et al. (2009) e Rother e Shook (1998) o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que possibilita visualizar todo o valor agregado dos processos, mostrando as atividades e conexões que criam um fluxo de valor desde os fornecedores até os consumidores finais.

O mapeamento do fluxo de valor segue quatro fases, segundo Rother e Shook (1998):

a) Seleção de uma família de produtos, uma vez que se gastaria muito tempo mapeando o fluxo de todos os produtos;

b) Mapeamento do fluxo de valor do estado atual, ou seja, o estado atual do processo de produção da família escolhida, considerando todos os detalhes de produção, incluindo a visão do cliente, os processos de produção, os fornecedores e os materiais envolvidos;

c) Definição de um plano de trabalho, projetando como a empresa provavelmente estará após a eliminação dos desperdícios (Mapa do fluxo de valor do estado futuro);

d) Plano de execução com todas as fases devidamente divididas. Este plano deve ter objetivos bem definidos, com metas e datas para chegar o mais próximo possível das melhorias identificadas na fase anterior.

5S: É um princípio institucionalizado no Japão que mostrou consideráveis resultados nos setores industriais e de serviços. Alguns destes resultados foram a prevenção de incidentes, redução de atrasos e melhoria da produtividade no ambiente de trabalho. Segundo Tsuchiya (1998) o objetivo final do 5S é evitar perdas, e apesar de parecer simples de se executar, as organizações têm grande dificuldade na sua execução, pois, gerentes e executivos não estão bem cientes dos objetivos do 5S. Portanto, é muito difícil definir um ambiente apropriado para implementação de 5S, a menos que os seus princípios sejam bem compreendidos. Estes princípios são conhecidos na forma de cinco palavras japonesas que começam com a letra S, que mais tarde formaram o termo 5S. Werkema (2011) define esta ferramenta como um método cujo objetivo é promover e manter a limpeza e a organização das áreas de trabalho, tanto administrativas quanto de manufatura. As definições dos termos utilizados no 5S são:

a) Seiri – Senso de Utilização: Separar o necessário do desnecessário, descantando o último;

b) Seiton – Senso de Organização: Organizar o necessário, definindo um lugar para cada item;

c) Seiso – Senso de Limpeza: Limpar e identificar cada item;

d) Seiketsu – Senso de Padronização: Criar e seguir um padrão resultante do desempenho adqueado nos três primeiros S;

e) Shitsuke – Senso de Autodisciplina: Estabelecer a disciplina para manter os quatro primeros S ao longo do tempo.

Werkema (2011) enfatiza que ao se adotar o 5S a empresa obtém benefícios como aumento da produtividade, melhor atendimento aos prazos, redução de defeitos, aumento da segurança no trabalho, redução de material perdido e melhor capacidade para distinção entre condições normais e anormais de trabalho. Ainda sobre os benefícios do 5S, Godoy et al. (2001), afirmam que o 5S pode influenciar, positivamente, a organização, as pessoas e o ambiente, potencializando a melhoria da qualidade.

2.1.3 PADRONIZAÇÃO:

Quando se executa as tarefas de forma padronizada pode-se evitar boa parte da variabilidade de processos produtivos. A padronização é definida por Werkema (2011) como um método utilizado para indicar quais os procedimentos são necessários na realização das tarefas, de forma que sejam alcançados e mantidos os resultados desejados. Pode-se obter vantagem competitiva por meio da padronização, visto que é mais provável que se faça certo da

primeira vez e não seja necessário o retrabalho.

Werkema (2011) ainda destaca que podem ser usados documentos como a Tabela de Combinação do Trabalho Padronizado e Diagrama do Trabalho Padronizado, e, o uso da padronização resulta em melhoria da capacidade de realização de tarefas, facilitação do treinamento de novos operadores, redução do tempo de *setup* das máquinas, entre outros.

2.1.4 GESTÃO VISUAL:

Segundo Shook e Marchwinski (2013, p. 39), a gestão visual é definida como a "colocação fácil de ver todas as ferramentas, peças, atividades de produção e indicadores de desempenho do sistema de produção e indicadores de desempenho do sistema de produção, de modo que a situação do sistema possa ser entendida rapidamente por todos os envolvidos". E Werkema (2011) destaca que tanto o 5S como a padronização são as bases para a implementação da gestão visual.

Além destas ferramentas, existem outras utilizadas na filosofia *Lean* tais como: Métricas *Lean*, Kaizen (Melhoria Contínua), Kanban (Sistema de controle de produção), Redução de Setup, TPM (Total Productive Maintenance) e Poka-Yoke (Sistema à prova de erros).

2.2 LEAN HEALTHCARE

O pensamento enxuto, como também é conhecido o *Lean*, não é apenas aplicado na manufatura, segundo Womack et al. (2005), essa filosofia se trata de uma estratégia de gestão que pode ser aplicada em qualquer tipo de organização, pois tem a finalidade na melhoria de processos. Nesse contexto, os princípios do *Lean* podem ser utilizados, inclusive nos serviços de saúde, recebendo uma outra nomenclatura especifica para o setor, o *Lean Healthcare*.

Aherne e Whelton (2010) citam que o pensamento enxuto pode ser usado em serviços de saúde para: reduzir custos enquanto a satisfação dos pacientes aumenta; prover uma qualidade no atendimento do paciente utilizando os mesmos funcionários; aumentar a motivação dos empregados e satisfação com o trabalhado; e melhorar continuamente a alta qualidade nos serviços. Os autores também afirmam que o *Lean* não é a solução para todos os problemas enfrentados nos serviços de saúde hoje, mas podem promover positivas melhorias em uma ou várias áreas do setor, como por exemplo, serviços de laboratório e procedimentos em operações cirúrgicas.

Assim como na manufatura, a implentação do *Lean Healthcare* também procura a eliminação dos desperdícios. Os autores Aherne e Whelton (2010) trazem exemplos dos setes desperdícios destacados por Ohno (1988) e Liker (2004) no contexto de serviços de saúde (Quadro 1)

Quadro 1 – Sete formas de desperdícios nos serviços de saúde

Tipos de desperdícios	Exemplos
Superprodução	Amostras de sangue coletadas antes do pedido de exame ser emitido.
Estoques	Detenção ou aquisição de matéria-prima, de estoque em processo ou produtos acabados.
Transporte	Transporte de amostras de laboratório transporte de pacientes, transporte de medicamentos.
Espera	Esperas de exames de diagnósticos, espera pelos médicos, espera pelos enfermeiros, esperas para serem executados os tratamentos.
Movimentação	Enfermeiros tratarem pacientes em diferentes alas, procura de informações de pacientes perdidas.
Superprocessamento	Excesso de burocracia, processos redundantes, realização de testes desnecessários, uso de medicação intravenosa quando a medicação oral seria suficiente.

Fonte: Adaptado de Aherne e Whelton (2010)

Embora o *Lean* Healthcare seja muito novo para a maioria instituições de saúde, alguns hospitais, principalmente americanos, conseguiram melhorias significativas após a implementação da filosofia. Kim (2006) descreve algumas experiências (Quadro 2) de hospitais que adotaram o conceito.

Quadro 2: Hospitais que adotaram o conceito

Instituição	Localização	Resultados significativos
Virginia Mason Medical Center	Seattle, Washington	Casos de pneumonia associada à ventilação mecânica de 34 casos com 5 mortes em 2002 para 4 casos com uma morte em 2004 – Uma redução nos custos de quase meio milhão de dólares; Melhor utilização do espaço do Centro de Câncer – 57% mais pacientes podem alocados com a otimização do layout; Redução do número de erros de medicação com a utilização da padronização.
Park Nicollet Health Services	Minneapolis, Minnesota	Redução do tempo de espera dos pacientes de 122 para 52 minutos no centro de urgências; Padronização da instrumentação cirúrgica utilizada pelo grupo de cirurgias gerais, resultando no processamento de mais de 40 mil menos instrumentos por mês; Margem de lucro recorde, alcançando uma margem operacional de 3,9%, o equivalente à um lucro de 7,5 milhões de dólares em 2004.
Community Medical Center	Missoula, Montana	Redução do tempo de resposta para relatórios dos laboratórios de 5 para 2 dias; Redução do número de etapas e, por consequência, redução do tempo para realização da medicação de 4 horas para 12 minutos.

Fonte: Adaptado Kim (2006)

3. METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa utilizada foi o estudo de caso, que segundo Yin (2013) se caracteriza pela utilização de variados métodos e ferramentas durante a coleta de dados. Além disso, um estudo de caso pode ser limitado ou conter evidências quantitativas, não devendo ser taxada sempre com uma pesquisa qualitativa.

O estudo realizado neste trabalho foi feito em um laboratório de análises clínicas de um hospital localizado no interior do estado de Goiás. Dentro dos setores que funcionam dentro do laboratório (hematologia, bioquímica, uroanálise, parasitologia, microbiologia, gasometria), foi escolhido o setor de hematologia para ser o caso estudado. Este setor foi escolhido devido ao seu maior fluxo de informações e materiais, se comparado aos outros. O setor de hematologia recebe demandas vindas do posto de coleta externo, do pronto socorro e dos leitos da Unidade Intensiva de Tratamento (UTI) e internação do hospital.

A coleta de dados para elaboração do mapeamento do fluxo de valor (Anexo A) foi realizada durante 30 dias por meio de observações do fluxo produtivo enquanto os funcionários do local realizam suas tarefas, e também por meio de entrevistas não estruturadas com os responsáveis em cada um dos locais envolvidos no fluxo. O mapeamento foi feito com o objetivo de se conhecer melhor o processo e dar sustentação à identificação dos desperdícios, que podem ser diminuídos ou eliminados por meio dos princípios e ferramentas do *lean.*

O mapeamento do fluxo de valor foi baseado no modelo proposto por Werkema (2011), que se apoia na técnica de mapeamento de fluxo de valor apresentada por Roother e Shook (1998). O desafio deste modelo é apresentar em um único mapa o fluxo de materiais, pacientes e informações. A validação deste mapa foi feita com o auxílio dos funcionários que possuem conhecimento sobre o funcionamento do processo foco deste estudo, com o objetivo de aceitar ou não o mapeamento como representação do sistema real.

4. RESULTADOS

4.1 MAPA DE FLUXO DE VALOR – ESTADO ATUAL:

A partir do objetivo proposto nesse trabalho, foi necessário entender todas demandas que chegam ao laboratório de análises clinicas. Foi possível identificar três clientes principais: o posto de coleta externo, pacientes do pronto atendimento e os pacientes já internados (UTI e quartos).

No posto de coleta há uma remessa externa, que provêm de pedidos de exames feitos por médicos à pacientes de fora do hospital. Dentro desse sistema, os pacientes chegam ao posto de coleta e aguardam a sua vez de serem atendidos. Quando se inicia o atendimento no balcão é verificado por meio das atendentes o pedido de exame do paciente, se o mesmo possuir cadastro no sistema do hospital é preenchida a ficha de exames que será repassada para a técnica responsável pela coleta. Caso não possua o cadastro, este é realizado e segue-se o mesmo procedimento. Com a ficha de exame em mãos, a técnica responsável anuncia os pacientes, que aguardam na fila de espera, para a coleta da amostra de sangue.

No sistema do pronto atendimento, os pacientes chegam ao hospital onde é aberto seu prontuário e estes aguardam na fila, seguindo uma disciplina de prioridade, ou seja, os que possuem um grau de urgência maior são atendidos primeiro. Enquanto aguardam na fila, o médico liga na recepção para chamar o próximo paciente e a recepcionista anuncia o mesmo para a consulta. Após a realização, caso seja constatado que o paciente necessita de exames, a ficha de exames é preenchida e repassada para a responsável pela coleta, que faz a conferência da ficha e executa a coleta.

Já o outro sistema, são os pacientes internados tanto na UTI quanto nos quartos. Estes pacientes são verificados periodicamente pelo médico e os pacientes da UTI, por exemplo, realizam exames diários para acompanhar seu estado de saúde afim checar alguma anormalidade. A ficha de exame é preenchida pelo médico, que repassa para a técnica responsável pela coleta, que fará a conferência da ficha de exame e logo após, a coleta. O tempo que a técnica leva para ir até o paciente realizar a

coleta depende da disponibilidade da mesma. Porém, considerando uma situação padrão, observou-se que depois de solicitada a coleta, ela atende o chamado entre 5 e 10 minutos.

As remessas de amostras dos três sistemas convergem para o laboratório onde serão realizadas as análises clínicas. Geralmente, as amostras vindas do pronto atendimento e dos pacientes internados, chegam logo no início do expediente da responsável pelos exames e também ao logo do dia. As amostras do posto de coleta chegam após o término do período de coleta externa (das 6h às 9h). Dentro do laboratório, as amostras são identificadas e conferidas junto com suas respectivas fichas de exames. Iniciando o processo de análise, as amostras são colocadas no homogeneizador, que serve para misturar o sangue contido dentro do tubo dando uma homogeneização mais uniforme, deixando assim a amostra conforme para as próximas etapas do processo. Após essa atividade, é retirada uma porção da amostra para o contador de células e outra porção para uma lâmina do esfregaço sanguíneo.

Enquanto a amostra é processada no contador de células, é realizada a coloração da lâmina por meio de três reagentes: o primeiro é uma solução de Ciclohexadienos com imersão da lâmina por 10 segundos; o segundo é uma solução de Azobenzenosulfônicos com imersão de 10 segundos; e o terceiro é uma solução Fenotiazinas com imersão de 20 segundos. É necessário escorrer a lâmina por 5 segundos entre as imersões nas soluções. No final dessa atividade, a lâmina é levada para o microscópio onde é realizada a leitura manual e conferida com o resultado apresentado pelo contador de células. Com base nessa leitura, o laudo é enviado para digitação, que é feita por um técnico do laboratório ou em caso de ser um exame solicitado pelo posto de coleta, o laudo é enviado para a recepcionista do posto para digitação. Após digitado, o laudo é levado para ser conferido e assinado pela responsável pelo exame.

Com o laudo pronto, este é enviado para seus respectivos sistemas, consultório médico ou posto de coleta. O laudo que é enviado para o posto de coleta cumpre um prazo de entrega previamente combinado. Já o que é enviado para o consultório médico é disponibilizado imediatamente para o médico.

4.2. DESPERDÍCIOS IDENTIFICADOS E PROPOSTAS DE MELHORIA

Com base no mapeamento do estado atual (Anexo A) e nas observações feitas no laboratório, foram identificadas oportunidade de aplicação de algumas ferramentas *lean*, tais como a gestão visual, padronização e 5S. Os desperdícios e problemas encontrados foram:

4.2.1 MOVIMENTAÇÃO:

Ao fim do período de coleta no posto, um funcionário leva as amostras para o laboratório. A distância percorrida pelo funcionário é de aproximadamente 120 metros e ele leva cerca de 2 minutos para percorrer tal distância. Outro desperdício de movimentação observado é que após feita as análises necessárias, o resultado é enviado do laboratório para o posto de coletas com o objetivo de se digitar o laudo. Após a digitação do laudo, um funcionário volta novamente para o laboratório para colher a assinatura e depois retorna para o posto de coletas com o laudo pronto para entrega.

Como o posto de coletas se trata de um local externo ao laboratório, não é possível rearranjar a distância que é percorrida pelo funcionário para levar as amostras. Porém é possível a otimização do processo como um todo, reduzindo o número de viagens desnecessárias. Os laudos que pertencem ao posto de coletas poderiam ser digitados, conferidos e assinados dentro do próprio laboratório. Quando a técnica retornasse ao posto de coletas no outro dia, ela levaria consigo os laudos digitados no dia anterior, reduzindo pela metade o número de viagens, ou seja, de quatro para duas.

4.2.2 ESPERA EXCESSIVA:

Mesmo após o laudo pronto estar disponível no posto de coleta, o paciente só tem acesso ao resultado após 3 dias da realização da coleta, podendo ser estendido para até 5 dias dependendo do tipo de exame. Este último tipo de exame não foi abordado neste trabalho por se tratar de exames de maior complexidade e muitas das vezes realizado em outras cidades.

Conforme explicado por um dos funcionários do posto de coleta, os exames que têm um prazo de entrega de três dias ficam prontos geralmente em um ou no máximo dois dias.

Os exames que têm prazo de entrega de cinco dias (exames externos ao laboratório), ficam prontos em três ou quatro dias. Em ambos os casos, o posto de coleta trabalha com uma margem de folga de pelo menos um dia para poder entregar o resultado para seus clientes, a fim de se evitar que o exame não esteja pronto na data marcada.

Sugere-se para redução deste tempo de espera, entrar em contato com o cliente logo após a disponibilização do laudo no posto de coletas. Desta forma, o tempo que o cliente aguarda para receber os resultados dos exames, seria reduzido em pelo menos um dia.

4.2.3 SOBRECARGA DE TRABALHO:

Durante o período observado, a biomédica responsável pelas análises dentro do setor de hematologia, além de exercer sua função principal, executava a função de intermediária entre o setor de pacientes internos e o laboratório, atendendo as solicitações de coleta de amostras que chegavam por meio do telefone localizado dentro do laboratório. Para atender ao telefone era necessário que ela parasse suas atividades, resultando em um tempo maior para finalização dos exames.

A realocação do telefone para a recepção do laboratório conseguiria diminuir a sobrecarga de trabalho da biomédica do laboratório. Porém, ao realocar o telefone para outro local, ainda seria necessário um funcionário para atendê-lo. Assim, uma solução mais eficiente para este problema, seria a implementação de um sistema eletrônico que permitiria a solicitação da coleta por meio de um painel que indicaria qual quarto solicitou a coleta, por meio de um sinal luminoso ou algum outro tipo de indicativo.

4.2.4 FALTA DE PADRONIZAÇÃO:

No laboratório não há nenhum tipo de manual ou roteiro de atividades necessárias para se fizer os procedimentos de análises, ou de interpretação dos resultados encontrados no contador de células e no microscópio. Este fato impossibilita que pessoas que não tem total conhecimento do processo ou tenham algum tipo de dúvida possam realizar as atividades.

Com a criação de uma cartilha ou manual de procedimentos, pode-se indicar quais os procedimentos são necessários e qual a ordem correta para realização destes. Isso aumentaria a chance de fazer certo da primeira vez, reduziria a variabilidade do processo, facilitaria o treinamento de novos operadores, além de diminuir o retrabalho.

4.2.5 FALTA DE MANUTENÇÃO DOS EQUIPAMENTOS:

Notou-se que algumas vezes as demandas do setor de hematologia tiveram que aguardar para serem processadas no microscópio pois, haviam amostras de outros setores para serem analisadas antes, devido ao equipamento do respectivo setor não estar funcionando.

Atualmente o laboratório realiza manutenções preventivas e periódicas em alguns dos seus equipamentos. O contador de células, por exemplo, é verificado por uma empresa especializada, semestralmente. Porém, conforme informado por uma das responsáveis do laboratório, o microscópio não passa pelo mesmo procedimento, e não há nenhum tipo de manutenção periódica ou previamente agendada. Sugere-se a partir disso, que também sejam realizadas as manutenções neste equipamento, a fim de garantir que este esteja calibrado e funcionando de maneira adequada sempre que for necessário a utilização do mesmo.

4.2.6 FALTA DE GESTÃO VISUAL E ORGANIZAÇÃO NO LABORATÓRIO:

Conforme observado na Figura 3 não há identificação do conteúdo das gavetas que se encontram embaixo da bancada de trabalho. Nestas gavetas são guardados materiais hospitalares tais como seringas e luvas, além de documentos, formulários, fichas de exame, entre outros. Notou-se também que muitos documentos ficam espalhados sobre a bancada de trabalho, quando deveriam estar nas gavetas.

Figura 3 – Falta de identificação das gavetas e documentação sobre a bancada

Com a colocação de etiquetas de identificação nestas gavetas, pode-se saber qual o conteúdo de cada uma destas, evitando a abertura desnecessária das mesmas. Além disso, pode-se colocar uma tabela fixada na parede, informando também qual o conteúdo de cada uma dessas gavetas, de forma a informar os funcionários do local, e fazer com que estes guardem os devidos objetos dentro de suas respectivas gavetas. Quanto ao problema de desorganização, é sugerido a implementação do 5S, o que resultaria em um ambiente mais organizado, deixando apenas o necessário disposto nas bancadas, além de um local mais limpo. É indicado que se aplique primeiro a ferramenta 5S e a padronização dos processos, pois estas são as bases para implementação da gestão visual.

Devido às restrições de tempo e abordagem do trabalho, as melhorias propostas não forem implementadas. Porém, o levantamento destes problemas e desperdícios observados, consiste em uma importante etapa para uma futura implementação das ferramentas *lean* visto que o hospital tem interesse nas práticas do *lean healthcare.*

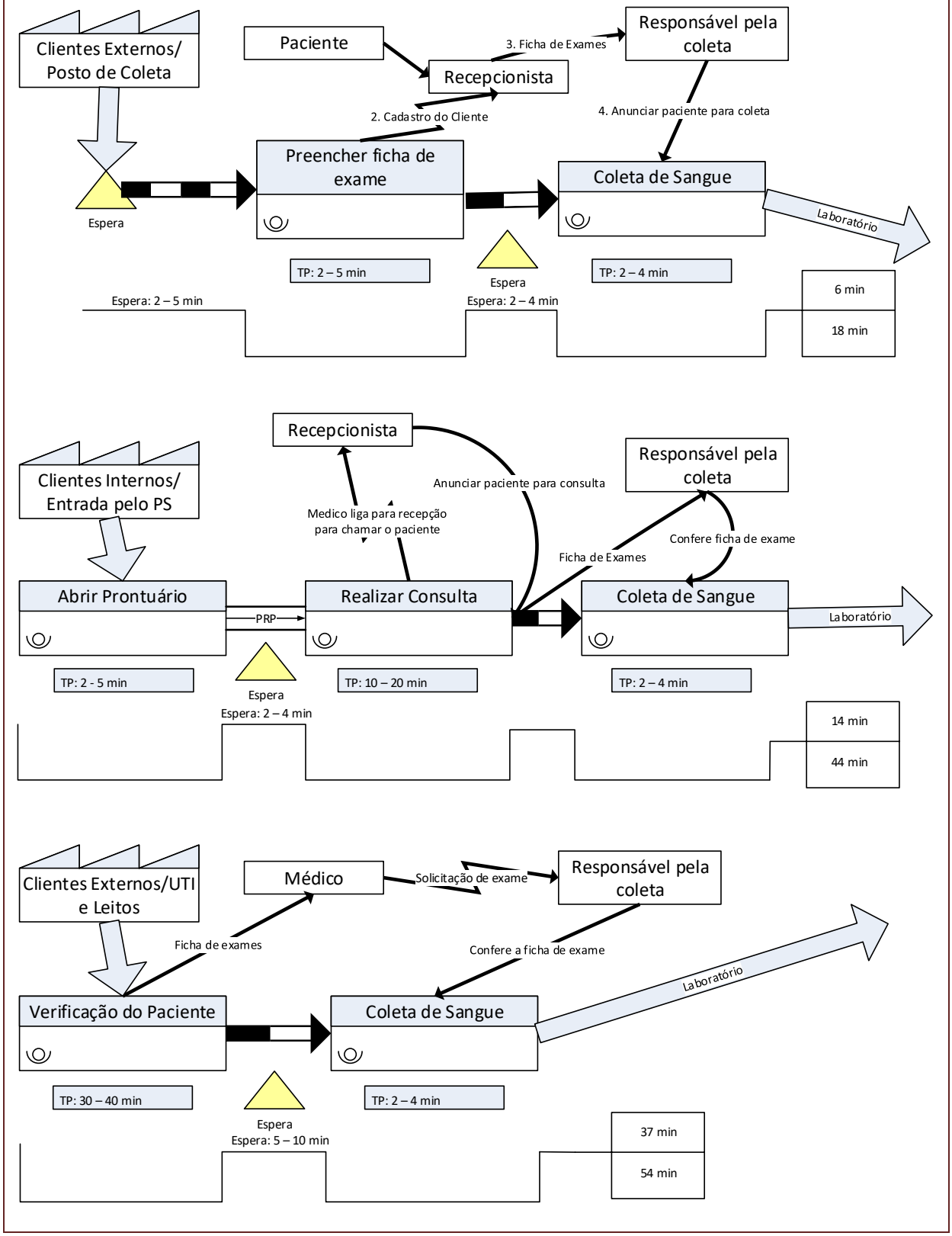
5. CONCLUSÃO:

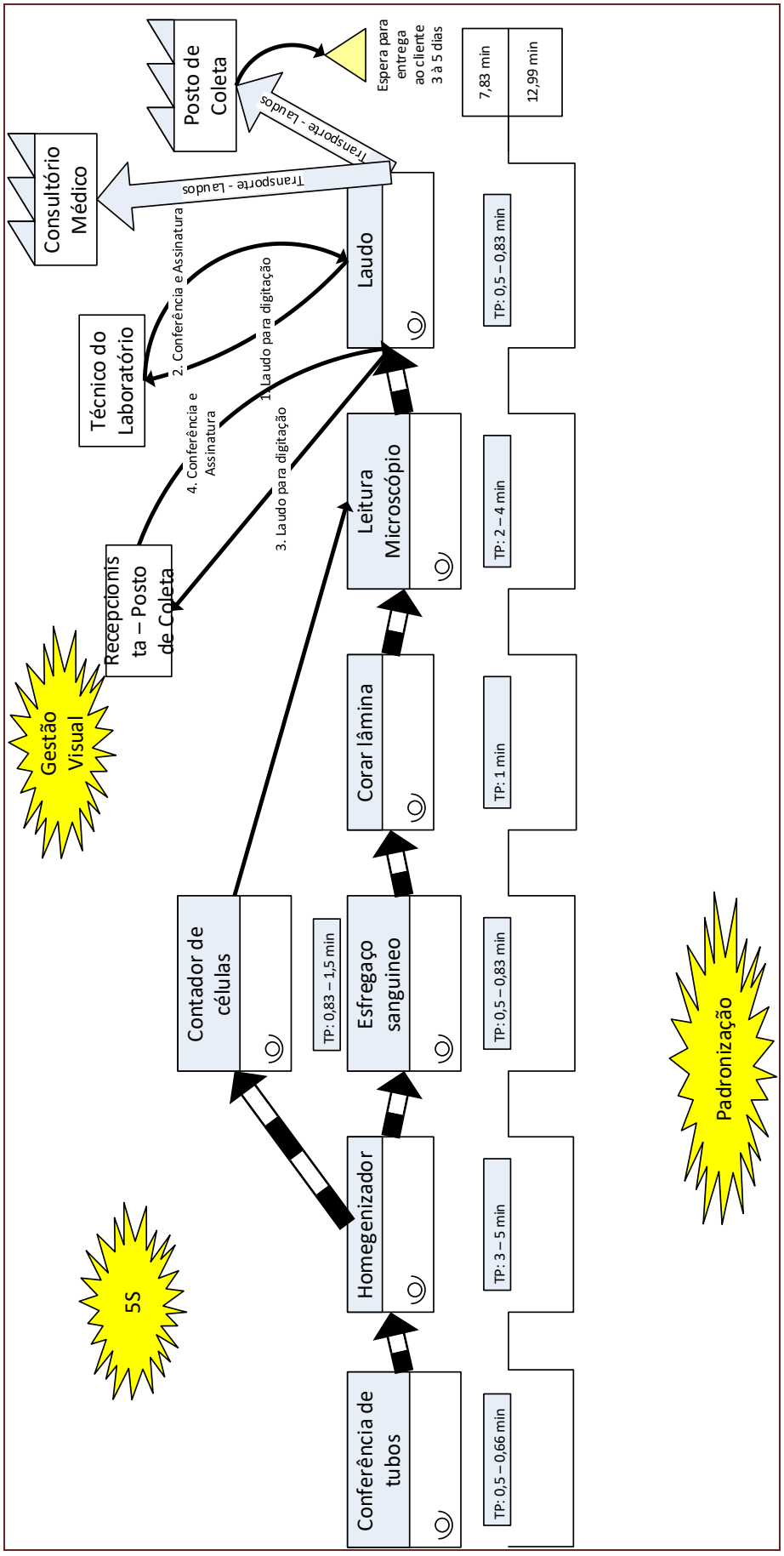
Por meio do presente trabalho, utilizou-se da ferramenta de Mapeamento de Fluxo de Valor para entender como funcionava o processo, e por meio deste mapeamento e observações feitas no setor de hematologia de um laboratório de análises clínicas, se observou quais os desperdícios presentes e sugeriu-se ferramentas *lean* para diminuição de tais desperdícios. Os desperdícios e problemas encontrados foram relacionados à movimentação, espera excessiva, sobrecarga de trabalho, falta de padronização, falta de manutenção dos equipamentos e falta de gestão visual e organização no laboratório.

As ferramentas sugeridas para reduzir os efeitos destes desperdícios sobre o processo de análises clínicas foram o 5S, padronização e gestão visual. Além destas ferramentas, também foram sugeridas mudanças na forma de realização das atividades, seguindo os princípios do *lean,* como por exemplo a redução do número de viagens desnecessárias do posto de coleta para o laboratório. Desta forma, o objetivo proposto no trabalho foi alcançado.

Sugere-se para futuros trabalhos, o mapeamento de todos os processos realizados pelo laboratório, considerando também os setores de bioquímica, uroanálise, parasitologia, microbiologia e gasometria. O acompanhamento da implementação das ferramentas e comparação dos resultados obtidos também seria um ponto interessante para se observar futuramente.

ANEXO A – Mapeamento do fluxo valor: Estado Atual




Posto de Coleta
Espera para entrega ao cliente 3 à 5 dias
7,83 min
12,99 min
Transporte - Laudos
Consultório Médico
Transporte - Laudos
Técnico do Laboratório
2. Conferência e Assinatura
1. Laudo para digitação
Laudo
TP: 0,5 – 0,83 min
4. Conferência e Assinatura
3. Laudo para digitação
Recepcionista – Posto de Coleta
Leitura Microscópio
TP: 2 – 4 min
Gestão Visual
Corar lâmina
TP: 1 min
Contador de células
TP: 0,83 – 1,5 min
Esfregaço sanguineo
TP: 0,5 – 0,83 min
Homegenizador
TP: 3 – 5 min
5S
Conferência de tubos
TP: 0,5 – 0,66 min
Padronização

REFERÊNCIAS:

[1] AHERNE, J.; WHELTON, J. Applying lean in healthcare: a collection of international case studies. CRC Press, 2010.

[2] GODOY, L.P et. al. Gestão da qualidade total e as contribuições do programa 5S's. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XX ENEGEP, 2001, Salvador, BA. Anais... Paraná, 2001.

[3] GONZALEZ, E. F.; CAMARGO, C. B. Aplicando 5S na construção civil. Editora da UFSC, 2005.

[4] GRABAN, M. Lean hospitals: improving quality, patient safety, and employee satisfaction. New York, Productivity Press, 2008.

[5] GROUT, J. R.; TOUSSAINT, J. S. Mistake-proofing healthcare: Why stopping processes may be a good start. Business Horizons, 2010.

[6] HINES, P.; TAYLOR, D. Going Lean: A guide to implementation. Lean Enterprise Research Center. Cardiff, UK, 2000.

[7] KIM, C. S. et al. Lean health care: what can hospitals learn from a world-class automaker?. Journal of Hospital Medicine, v. 1, n. 3, p. 191-199, 2006.

[8] KONING, H. et al. Lean six sigma in healthcare. Journal for Healthcare Quality, v. 28, n. 2, p. 4-11, 2006.

[9] NAZARENO, R.R, et al. Implantado técnicas e conceitos da produção enxuta integradas à dimensão de análise de custos. São Paulo, 2009.

[10] RIBEIRO, H. 5S: Um roteiro para uma implantação bem-sucedida. Salvador, BA: Casa da qualidade, 1994.

[11] ROTHER, M.; SHOOK, J. Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda. The Lean Enterprise Institute, MA, USA, 1998.

[12] SHINGO, S.; DILLON, A. P. A study of the Toyota production system: From an Industrial Engineering Viewpoint. CRC Press, 1989.

[13] SHOOK, J.; MARCHWINSKI, C. Léxico Lean – Glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean. Lean São Paulo: Enterprise Institute, 2003.

[14] SHOOK, J.; ROTHER, M. Aprendendo a enxergar. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1998.

[15] TRISOLINI, M. G. Applying business management models in health care. International Journal of Health Planning and Management, 17: 295-314, 2002.

[16] TSUCHIYA, K. Super 5S is for everyone. Petaling Jaya, National Productivity Corporation, 1998.

[17] WOMACK, J. P.; JONES, D. T. Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation. Nova Iorque: Simon & Schuster, 1996.

[18] WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. A máquina que mudou o mundo. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992.

[19] WOMACK, J.P.; BYRNE, A.P.; FIUME, O.J.; KAPLAN, G.S.; TOUSSANT, J.; MILLER, D. Going lean in healthcare. Innovation Series 2005, Institute for Healthcare Improvement, 2005.

[20] YIN, R.K. Case study research: design and methods. Sage Publications Inc., 5th ed., 2013.

CAPÍTULO 8

COMPORTAMENTO DAS EMPRESAS BRASILEIRAS FRENTE AO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO ISO 9001: UM LEVANTAMENTO TEÓRICO

Rayane Ester Felício Santiago
Luciano Wallace Gonçalves Barbosa
Amanda Daniele de Carvalho
Farney Vinícius Pinto Souza

Resumo: O artigo apresenta a recente preocupação de empresas brasileiras nos mais diversificados ramos em se enquadrar nos padrões exigidos pela norma regulamentadora da qualidade, a ISO 9001, visto que a obtenção dessa certificação não é mais um diferencial, porém, uma obrigação das empresas que visam se mantiver competitivas no mercado. Portanto, o trabalho objetiva conhecer em quais setores empresariais encontra-se o maior número de certificações e como as empresas que ainda não possuem estão trabalhando na implementação de sistemas de gestão da qualidade eficientes para alcançar a certificação. A metodologia utilizada para alcançar os objetivos propostos é quantitativa e os resultados foram obtidos através de um levantamento teórico e bibliométrico. Os resultados mostram os setores que possuem mais estudos acerca da NBR ISO 9001 e de Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), aferem sobre as principais metodologias adotadas pelas empresas para obtenção da certificação e os autores mais utilizados como base teórica dos estudos.

Palavras chave: ISO 9001, SGQ, Certificação

1.INTRODUÇÃO

As diversas organizações nos mais diferentes ramos de atuação e setores têm buscado de forma crescente garantir sua permanência no mercado frente aos desafios econômicos atuais. Estudos comprovam que os clientes estão cada vez mais exigentes quanto aos produtos e serviços recebidos, portanto, é de extrema importância que as empresas fiquem atentas no que se refere à qualidade dos seus produtos. Deve se buscar a implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade para realizar de forma eficiente o gerenciamento dos processos para garantir que o produto ou serviço esteja dentro dos padrões de qualidade exigidos pelos clientes e garantidos na norma regulamentadora da qualidade: a NBR ISO 9001.

De acordo com Gonzales et al (2007), a recente revisão ISO 9001:2000 amplia consideravelmente o escopo da norma, incluindo questões sobre a gestão do negócio que é o desempenho da organização. Portanto as organizações devem estar atentas em integrar o Sistema de Gestão da Qualidade em todo o processo produtivo não apenas na etapa de finalização do produto. Temos como exemplo a explanação de Walter, M. T. (2005) que afirma que a qualidade total, a inteligência competitiva e o planejamento estratégico são ferramentas de planejamento. Isso nos permite afirmar que os conceitos de qualidade devem ser aplicados nas etapas produtivas desde o planejamento do produto.

Conforme Abicht et al (2008), as empresas optam por buscar a certificação ISO 9001 por entenderem que através desse título conseguirá consolidar sua vantagem competitiva no mercado, a satisfação do cliente além de realizaram um marketing positivo. Arroteia et al (2014) confirma esse pensamento, afirmando que a ISO 9001 garantem às empresas brasileiras competitividade frente às organizações internacionais, auxilia a empresa à melhorar seus processos e sua produtividade e traz melhoria com os *stakeholders.*

Mediante essas afirmações, mostra-se de grande necessidade que as organizações brasileiras nos tempos atuais busquem implementar um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) e se esforçarem para conseguir a certificação ISO 9001 que se mostra não mais como um diferencial da organização, mas como garantia de sobrevivência da mesma. Dito isto, o presente estudo tem por objetivo realizar um levantamento literário para identificar em quais tipos de empresas estão sendo realizados mais estudos sobre a certificação ISO 9001, quais já são certificadas e quais tem interesse de obtenção da certificação.

1.2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para se alcançar o objetivo proposto é quantitativa e realizada a partir da formulação de um referencial teórico para explanação e melhor entendimento sobre os temas acerca da Gestão da Qualidade e sobre a norma NBR ISO 9001. Para obtenção dos resultados requeridos do objetivo foi realizada uma pesquisa bibliométrica sobre os temas abordados no referencial.

A pesquisa foi realizada utilizando-se das bases de pesquisa de artigos acadêmicos “Periódicos Capes” e “Google acadêmico”. A pesquisa foi realizada seguindo as seguintes palavras-chave: ISO 9001, ISO 9001 *and* Sidrurgia, ISO 9001 *and* Indústria. Foi realizado um filtro para ser encontrados apenas artigos publicados entre os anos de 2005 e 2016, foram excluídas teses e dissertações e foram aceitos artigos nos idiomas inglês e espanhol. Também foram incluídos na pesquisa artigos tanto de revistas como congressos.

O levantamento bibliométrico foi realizado pela análise de 20 artigos que passaram pelos filtros citados acima e buscou-se a obtenção dos seguintes resultados: Quais os problemas de pesquisa mais comuns entre os estudos e quantos artigos utilizaram de cada um? Quantos artigos utilizaram cada metodologia de pesquisa? Quais os tipos de organização mais estudados, e o quanto foram estudadas nos artigos analisados? Quais os principais objetivos dos artigos estudados? Quais os autores tradicionais mais citados nos estudos atuais?

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. GESTÃO DA QUALIDADE

Por ser um conceito abstrato, onde as variáveis importantes para a sua definição estão ligadas ao ambiente e às pessoas envolvidas, definir qualidade não é uma tarefa fácil. Surgida desde os tempos de manufatura, a Gestão da Qualidade (GQ) vem

ganhando espaço cada vez mais relevante nas organizações, principalmente como meio de competitividade. Quando que bem gerida, a GQ pode agregar valor aos produtos e processos, principalmente no que se diz respeito à redução de retrabalho e insatisfação do usuário final do produto fabricado, porém, se mal definida, acarreta em sérias consequências para a empresa (MARTINELLI, 2009; BALLESTERO-ALVAREZ et al., 2012; PALADINI, 2012).

Destacando os clientes como foco da organização, uma vez que esta depende deles, Mello et al. (2009) recomenda que as necessidades atuais e futuras dos clientes devem ser atendidas e estes devem ter suas expectativas excedidas, tornando maior a competitividade da empresa. Miranda et. al (2010) completam a ideia afirmando que realmente o foco no cliente externo aumenta a competitividade da empresa, porém, o cliente interno, por sua vez, tem se encontrado insatisfeito, uma vez que a busca da qualidade é gerida por normas, procedimentos, resultados e outros controles, os quais não são tão fáceis de serem praticados.

Tratando-se ainda de competitividade empresarial, a inovação tem sido cada vez mais a palavra-chave das organizações, que buscam inovar seus produtos e processos em busca de atração do mercado. Fernandes et al. (2014) descreve a gestão da qualidade como sendo papel fundamental nas atividades de inovação, desde que haja prudência na identificação dos *outputs* gerados pela inovação, ao passo que Hopfer et al. (2006) corrobora a ideia, afirmando que o controle direto nos trabalhos se dará com o aumento de inovações, principalmente tecnológica, nos processos. A informação entra como uma das peças chaves na gestão da qualidade, onde a identificação dos seus atributos será primordial para utilização na gestão de sistemas, serviços e produtos (FERREIRA, 2015). Porém, assim como o próprio conceito de qualidade, esses atributos também dependem da organização em questão sendo, em grande parte, diferentes de uma empresa para outra (TRINDADE et al., 2011).

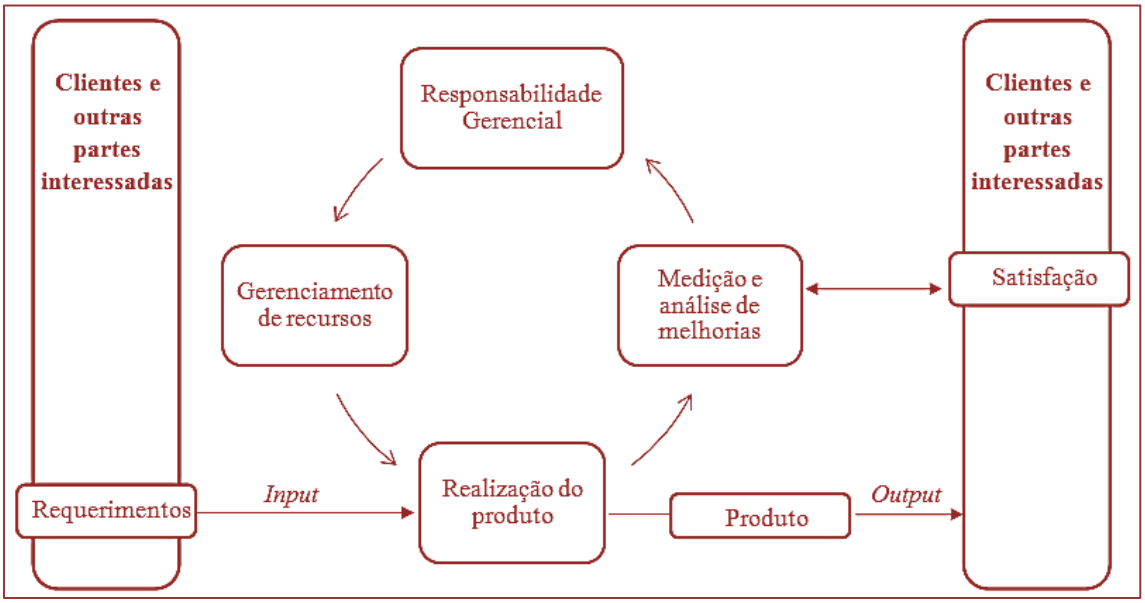
Corroborando a importância da gestão da informação, Torres et al. (2014) afirma que a adoção de softwares ou quaisquer outros sistemas bem sucedidos, feitos corretamente, aumentam a capacidade de gerir a qualidade da organização e também podem interferir na sustentabilidade do planeta, ao passo que otimizará a utilização de recursos e materiais.

2.2. SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE – ISO 9001

Criada em 1947, com sede em Genebra, Suíça, a *International Organization for Standardization* (Organização Internacional para Padronização – ISO) é uma organização internacional que objetiva padronizar a normalização e atividades do mundo todo, tendendo facilitar o intercambio internacional de bens e serviços, facilitando a cooperação intelectual, científica, tecnológica e econômica, fornecendo diretrizes gerais para a condução o operacionalização de uma organização, a fim de melhorar continuamente seu desempenho (MELLO et. al, 2009; BALLESTERO-ALVAREZ, 2012). Recentemente, foi apresentada uma nova versão da norma, atualizada de ISO 9001:2008 para ISO 9001:2015, onde as principais mudanças foram sua estrutura e o foco dado ao pensamento baseado no risco (ABNT, 2015).

A figura 1 apresenta a abordagem do processo da ISO 9001 e suas normas nos processos. Nota-se na figura que o processo começa e termina de acordo com as necessidades dos clientes e outras partes interessadas, além de fatores como o gerenciamento de recursos e a responsabilidade gerencial serem importantes para satisfação do usuário, que está diretamente relacionada à medição e análise das melhorias do processo.

Figura 1: Processo de melhoria contínua do sistema de gestão da qualidade



Fonte: Adaptado de ISO 9001- Selection and use.

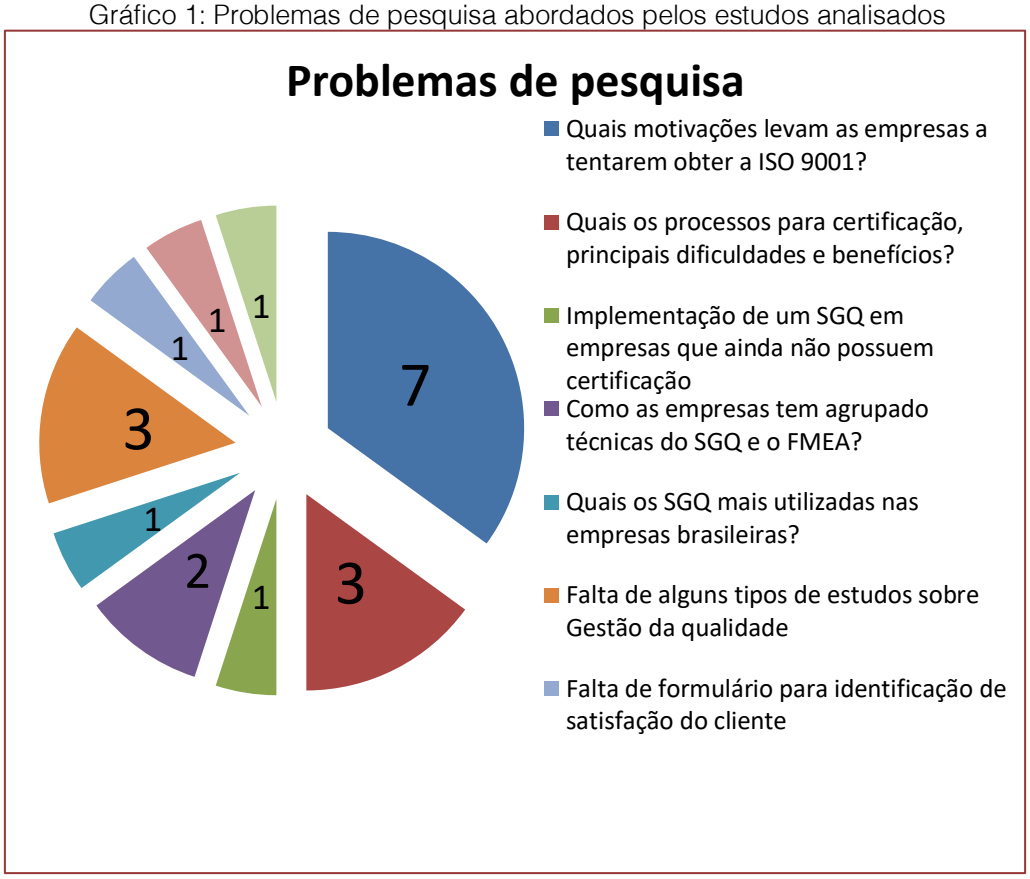
Entre as principais vantagens da certificação, como é de se esperar, estão as melhorias na definição e padronização de procedimentos, melhoria da confiança na qualidade da empresa e notório aumento da satisfação do cliente que, como já visto, é uma questão crítica e estratégica primordial (SANTOS et al., 2014).

Para a ambiência da qualidade, é importante considerar os modelos propostos por Paladini (2012): o ambiente *in-line*, onde a percepção da qualidade é percebida no processo produtivo e enfatiza, principalmente, a ausência de defeitos; o ambiente *off-line*, que são fora do processo produtivo, mas dão suporte a este, relevantes para adequar o produto ao uso que dele se espera desenvolver; e o ambiente *on-line*, que trata da reação do mercado e as preocupações externas, incluindo a área comercial – vendas e marketing. Em um estudo aplicado a respeito desses ambientes, Vianna et al. (2010) identificaram que eles estão implícitos ou localizados no nível operacional e que eles podem potencializar a postura da organização frente ao mercado consumidor.

3. RESULTADOS

Quanto aos problemas de pesquisa, os artigos estudados mostram uma preocupação em entender quais as reais motivações que levam uma organização a requerer a certificação ISO 9001 ou a implementação de um SGQ. Como visto, essas características trazem vários benefícios à organização, mas os pesquisadores querem entender mais afundo esses benefícios, conforme mostra o gráfico 1:

Gráfico 1: Problemas de pesquisa abordados pelos estudos analisados



Fonte: Autores

Outro ponto importante da análise bibliométrica foi verificar quais as principais metodologias utilizadas, para demonstrar se as contribuições dos pesquisadores são práticas ou levantamentos teóricos. Conforme o gráfico 2, os estudos tiveram um foco mais prático, utilizando em sua maioria da metodologia do estudo de caso, estando também como destaque as pesquisas do tipo *Survey.*

A análise dos objetivos utilizados segue a linha qualitativa, pois há uma dificuldade em se igualar os objetivos dos diferentes estudos. Há autores que se preocuparam em propor métodos de melhoria para se alcançar a certificação, outros tiveram por objetivo comparar o SGQ com o método FMEA (Método da análise de Falhas), porém, há um importante grupo de autores que fundamentou sua pesquisa no objetivo de identificar as motivações e dificuldades na implementação da norma ISO 9001, entre outros, conforme mostra a tabela 1:

Tabela 1: Objetivos das pesquisas em estudo

Principais objetivos
Propor um método de gestão da satisfação dos clientes que integre as necessidades de diferentes setores industriais atendidos pela indústria nacional
Propor uma ferramenta, denominada auditoria contínua, cujo objetivo é melhorar o processo de auditoria interna através do registro das não conformidades de um sistema de gestão da qualidade (SGQ) voltado para a norma ISO 9001.
Identificar elementos da GQT como fatores determinantes do desempenho inovador das organizações. Propor um modelo conceitual considerando 8 princípios da GQT.
Reunir elementos do SGI, abrangendo as normas ISO 9001 e ISO 14001, e relacioná-las com a produção e processamento pós-colheita de frutas como garantia de alimento seguro e de qualidade.
Analisar como duas empresas fornecedoras do setor automobilístico praticam atividades de melhoria contínua frente aos requisitos exigidos pela ISO 9001.
Identificar os principais aspectos da implementação dos programas de qualidade em empresas brasileiras, a partir Da certificação de sistemas de qualidade nas normas ISO 9000, o Seis Sigma e o TQM.
Identificar as principais motivações, benefícios e dificuldades na certificação de Sistemas de Gestão da Qualidade ISO 9001 em empresas brasileiras.
Apresentar uma aplicação do FMEA baseada nos conceitos de abordagem por processo definidos norma NBR ISO 9001:2000, comparado a uma aplicação convencional utilizada por boa parte das organizações que utilizam o FMEA de Processo sem a devida implementação.
Apresentar resultados de uma pesquisa bibliográfica sobre a Gestão de Riscos considerando sua inserção no Sistema de Gestão da Qualidade.
Compreender quais aspectos da GQT foram capazes de sobreviver ao longo de mais de vinte anos do início de sua implantação.
Levantar os problemas enfrentados pela associação, para desta forma, propor uma nova metodologia que atinja a qualidade necessária para adquirir uma Certificação da Qualidade.
Verificar o processo de certificação ISO 9001 em uma cooperativa agroindustrial da região Oeste do Paraná
Analisar tecnicamente a gestão da qualidade do produto no processo de produção industrial no SQCCE3 (Sistema de Qualidade Coca-Cola - Evolução 3)
Comprovar se a implantação de práticas de gestão da qualidade total pode caracterizar que as empresas que às utilizam são merecedoras da certificação ISO 9001.

Fonte: Autores

Quanto aos principais autores e referencias utilizada nos trabalhos, foi possível observar que alguns denominados "Gurus da qualidade" como Ishikawa e Paladini foram pouco citados, enquanto alguns autores pouco falados como Mello tiveram um número considerável de citações. No exemplo desse último, suas citações devem-se ao fato do autor possuir uma importante obra sobre a ISO 9001 nas operações de produção publicada recentemente (2008). Uma citação de extrema relevância e muito utilizada foi sobre os requisitos da NBR ISO 9001, como demonstrado na tabela 2:

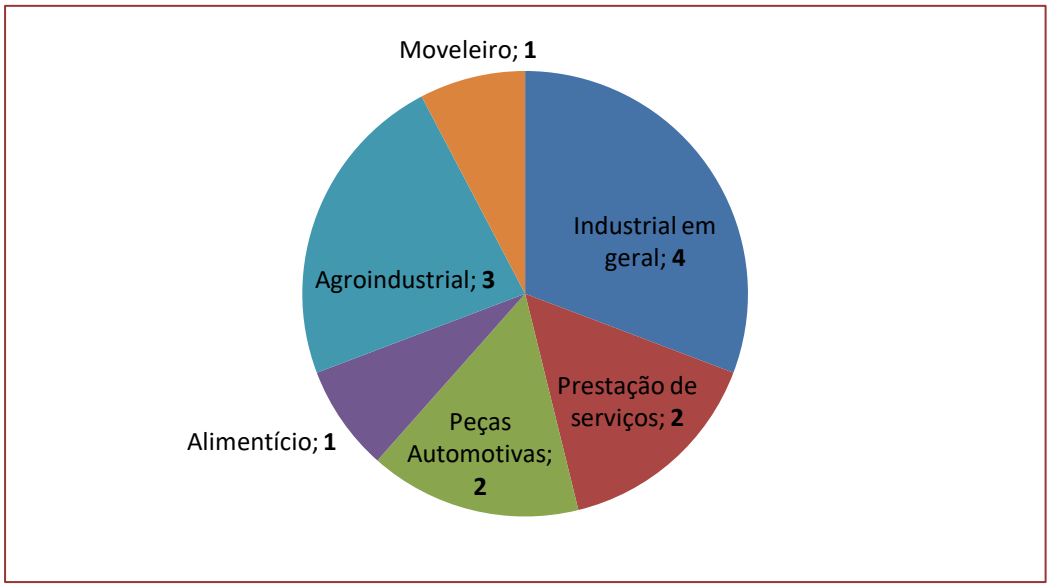
Tabela 2: Principais citações dos artigos estudados

Principais Referências	Quantidade de Citações
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001:2000 – Sistema de Gestão da Qualidade: Requisitos.	10
JURAN, JOSEPH M	6
Deming, W. E.	4
GARVIN, David	4
Mello, C.H.P.	4
ISO, INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION	4
Crosby, P. B	3
PORTER, Michael E	3
SAMPAIO, P., SARAIVA, P., RODRIGUES, A.G	3
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Coletâneas de normas de sistemas da qualidade.	2
Feigenbaum, A, V	2
SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R	2
PALADINI, EDSON P	1
ISHIKAWA, K	1

Fonte: Autores

A análise dos setores mais estudados pelos pesquisadores que se utilizaram da metodologia do estudo de caso ou do método *Survey* de pesquisa demonstrou que os campeões nos estudos é o setor industrial seguido pelo agroindustrial, conforme o gráfico 3:

Gráfico 3: Segmentos mais estudados pelos pesquisadores



Fonte: Autores

4. CONCLUSÃO

Após a análise do referencial teórico e do levantamento bibliométrico, pode-se concluir que o SGQ é uma realidade para as organizações, tanto para as que possuem a certificação ISO 9001, quanto para as que almejam alcança-la. Pode ser observado também que os autores que realizaram estudos acerca do tema pesquisado mostram uma preocupação em entender quais os benefícios mais esperados e alcançados pelas organizações que já possuem a certificação.

É importante também observar que alguns autores querem demonstrar os principais desafios enfrentados pelas empresas no processo de implementação da norma, pois há muitas que desistem de consegui-la por não conseguir enfrentar esses desafios. Há aquelas que possuem um sistema de produção e Gestão da Qualidade muito mal gerenciada e, portanto necessitam implementar um SGQ seja através da ISO 9001 ou qualquer outra para se obter dos benefícios já citados.

O presente trabalho atingiu seu objetivo demonstrando os resultados obtidos pelos artigos estudados e conseguiu perceber, sobretudo a deficiência de pesquisas sobre a certificação ISO 9001 em indústrias siderúrgicas e mineradoras, ramo principal do ambiente em que os autores do artigo estão inseridos que é a região do Alto Paraopeba – MG, ficando o tema então, como sugestão de estudos futuros.

REFERÊNCIAS:

[1] ABICHT, Alexandre Melo; CEOLIN, Alessandra Carla; CORRÊA, Augusto Faria; PEREIRA, Paulo Rodrigo. Diferenciação ou necessidade na certificação iso 9001: uma análise em duas empresas agroindustriais. Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco, 2008.

[2] ARROTEIA, Michele Cristina de Souza; ZUCARRI, Patrícia; TOMAZ, Washington Luiz. Características que envolvem a decisão da empresa para a implantação da iso 9001:2008: estudo de caso múltiplo de duas empresas do centro oeste paulista. SIMPEP, Bauru – SP, 2014

[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 9001 - Sistema de Gestão da Qualidade – Requisitos, 2008.

[4] BALLESTERO-ALVAREZ, María Esmeralda. Gestão de qualidade, produção e operações. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

[5] FERNANDES, António Augusto Cabral Marques; LOURENÇO, Luís António Nunes; SILVA, Maria José Aguilar Madeira. Influência da Gestão da Qualidade no Desempenho Inovador. Revista

Brasileira de Gestão de Negócios, São Paulo, v. 16, n. 53, p. 575-593, 2014.

[6] FERREIRA, Osmar Carmo Arouck. Atributos de qualidade da informação. Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação, Brasília, v. 8, n. 2, p. 276-277, 2015.

[7] GONZALES, Rodrigo Valez Domingues; MARTINS, Manoel Fernando. Melhoria contínua no ambiente ISO 9001:2000: estudo de caso em duas empresas do setor automobilístico. Revista Produção, v.17, n.3 p.592-603, 2007.

[8] HOPFER, Kátia Regina; FARIA, José Henrique de. Controle por resultados no local de trabalho: dissonâncias entre o prescrito e o real. RAE eletrônica, São Paulo, v. 5, n. 1, 2006 .

[9] ISO 9001. Selection and use. ISO, 2008. Disponível em http://www.iso.org. Acesso em 18 julho 2016.

[10] MARTINELLI, Fernando Baracho. Gestão da Qualidade Total. São Paulo: Iesde, 2009.

[11] MELLO, Carlos Henrique Pereira; SILVA, Carlos Eduardo Sanches da; TURRIONI, João Batista; SOUZA, Luiz Gonzaga Mariano de. ISO 9001:2008: sistema de gestão da qualidade para operações de produção e serviços. São Paulo: Atlas, 2009.

[12] MIRANDA, Adílio Renê Almeida; CAPPELLE, Mônica Carvalho; FONSECA, Fernanda Pierangeli; OLIVEIRA, Maria Clara Koenigkam de. Controle Ideológico: uma Reflexão Teórica sobre os Princípios que Orientam as Práticas da Gestão da Qualidade. Revista Eletrônica de Gestão Organizacional, Lavras, v8, n.1, p. 30-48, 2010.

[13] PALADINI, Edson Pacheco. Gestão da qualidade: teoria e prática. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

[14] SANTOS, Gilberto; COSTA, José Batista; LEAL, A. Motivation and Benefits of Implementation and Certification according ISO 9001 – the Portuguese Experience. International Journal of Engineering, Science and Technology, v. 6, n. 5, p. 1-12, 2014.

[15] TORRES, Arturo Gonzalez; MONTERO. Fatima Y. Mendoza; ROMERO, Fernando Terreros; OJINAGA; Eduardo Rafael Poblano; REYES, Sara Maria Velazquez; BARRAZA; Elisa Urquizo; CARRILLO; Maria Cristina Garcia. Environmental management software administered with ISO 9001:2008 and ISO 14001:2004. European Scientific Journal, June 2014 edition v.10, n.16, p. 146-152, 2014.

[16] TRINDADE, Ana Lúcia Batista; OLIVEIRA, Mírian; BECKER, Grace Vieira. Análise dos atributos para avaliação da qualidade da informação nos ambientes de intranet para apoio à gestão do conhecimento. REAd: Revista Eletrônica de Administração, v. 17, n. 3, p. 776-801, 2011.

[17] VIANNA, William Barbosa; GIFFHORN, Edilson; FERREIRA, Nubia Alves de Carvalho; PALADINI, Edson Pacheco. Alinhamento estratégico e indicadores de desempenho: um estudo para a integração de processos da gestão da qualidade. Revista Produção Online, Santa Catarina, v.10, n.1, p. 26-48, 2010.

[18] WALTER, Tereza Maria. Implantação da Norma ISO 9001:2000 na Biblioteca Ministro Victor Nunes Leal do Supremo Tribunal Federal. Revista Ciência da Informação, v.34 n.1 pp. 104-113, 2005

CAPÍTULO 9

PADRONIZAÇÃO EM PROJETOS E PROCESSOS DE MONTAGEM DE MOLDES DE INJEÇÃO TERMOPLÁSTICA

Alex Orben
Emerson José Corazza
Gilson João dos Santos
Renato Cristofolini
Rosalvo Medeiros

Resumo: O mercado atual exige cada vez mais que as empresas sejam competitivas, visto que, implementar soluções, métodos para redução dos custos e padronização de processos, ajuda no aumento da qualidade e produtividade de processos e produtos, fazendo com que a organização esteja um passo à frente dos concorrentes. Analisando todo o contexto que envolve a fabricação de um molde de injeção termoplástica, nota-se a complexidade nos processos e a falta de padrões nos mesmos, abrindo um grande potencial para realização de um trabalho de melhorias em alguns processos que envolvem a fabricação do molde. Desta forma foi possível iniciar um trabalho utilizando algumas ferramentas da qualidade e da filosofia lean, técnicas do 5S e kaizen, e o principal, a implementação de padrões no projeto e na bancada.

Palavras-chave: Moldes de injeção termoplástica, projeto, bancada, ferramentas da qualidade e da filosofia lean, padronização

1. INTRODUÇÃO:

Este trabalho demonstra as oportunidades que uma organização pode explorar, em meio a um cenário econômico desfavorável, exigindo novos pensamentos e mudanças em conceitos, fazendo com que as empresas busquem alternativas para melhorar a sua situação no mercado.

Por tudo isto, analisando o estado atual do CDM - Centro de Desenvolvimento de Moldes de uma empresa de tubos e conexões, notou-se a falta de padrões em determinadas etapas no processo de criação e fabricação dos moldes de injeção termoplástica. Desta forma, foram utilizadas algumas ferramentas da qualidade e filosofia do *lean manufacturing* e com isso foi possível elaborar um projeto no qual envolveu toda a área de bancada e de projeto de moldes do setor, com o objetivo de obter o levantamento de dados e criar ações com foco no trabalho padronizado.

O setor do CDM é responsável por projetar e fabricar moldes de injeção termoplástica para todas as unidades da empresa. Isto exige que a área tenha projetos que atendam à todas necessidades não apenas das plantas do Brasil, mas também das unidades internacionais.

Analisando a situação atual de organização da área e a demanda de moldes, notou-se a necessidade de se criar métodos de trabalhos padronizados, para todos os ferramenteiros da área de montagem, através de um POP-Procedimento de Operação Padrão, um documento impresso que contém todos os procedimentos necessários para a realização das tarefas. Desta forma os funcionários serão treinados para executarem seus trabalhos em um fluxo mais suave e constante, de forma mais organizada, evitando movimentos desnecessários, reduzindo irregularidades na montagem dos moldes e promovendo segurança aos envolvidos.

Este trabalho consiste na análise de todos os problemas envolvidos nos processos citados, criação de procedimentos de operação padrão e aplicação das melhores práticas desenvolvidas por toda a equipe.

Assim, o objetivo geral e implantar um modelo de padronização nos projetos e processos dos moldes, utilizando algumas ferramentas da qualidade e do *Lean Manufacturing,* através da realização de reuniões de *Brainstorming* com o projeto e a bancada para levantamento de informações pertinentes, propor um modelo de padronização nos projetos aderente ao processo de produção de moldes, implementar o 5S no projeto e a bancada, implementar o *kaizen* no processo de montagem de molde e avaliar e apresentar os resultados obtidos.

1.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

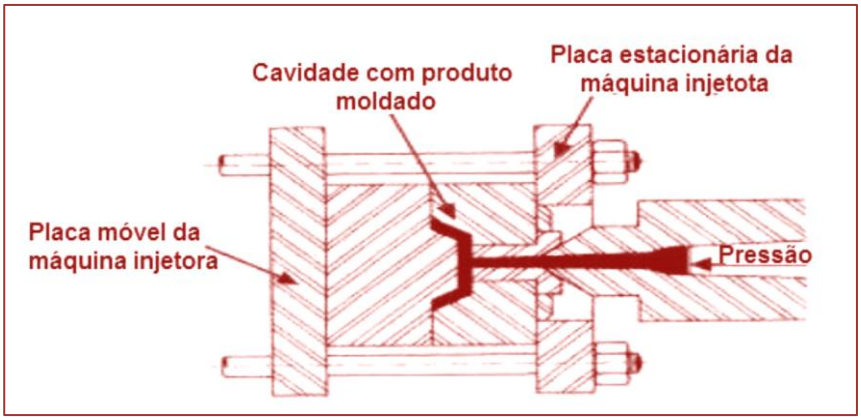
As fundamentações teóricas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho, com base em artigos científicos e livros de autores relacionados aos temas abordados.

Molde de Injeção termoplástica: Segundo Harada (2004), molde de injeção termoplástica é uma ferramenta que possui vários componentes, cada um com uma função definida e em conjunto forma um sistema de alta complexidade, permitindo que esses componentes reproduzam através de suas cavidades, exatamente o formato do produto desejado.

O molde de injeção termoplástica após ser fabricado, vai para uma máquina injetora onde através de pressão o material passa por resistências que o aquece, sendo fundido nas cavidades do molde que ao resfriamento reproduz as dimensões e formato do produto.

A figura 1 representa um esquema básico da injeção do material no molde, formando o produto desejado.

Figura 1 – Representação da injeção do material na cavidade do molde



Procedimento Operacional Padrão: Segundo Duarte (2005), o POP - O Procedimento Operacional Padrão é o alicerce para garantia da padronização das atividades em uma organização, de forma eliminar mudanças indesejáveis no produto ou serviço final. É um documento cujo objetivo é o alcance da meta padrão, através do trabalho repetitivo.

O procedimento operacional padrão, é um documento muito importante dentro da organização, pois ele traduz o planejamento do trabalho que será executado, sendo uma descrição detalhada de todas as etapas necessárias para realização de uma tarefa.

Lean Manufacturing*:* A filosofia do *lean,* segundo Tapping e Shuker (2010), está baseada na meta fundamental do Sistema Toyota de Produção, onde prega que os desperdícios devem ser minimizados continuamente, para que ocorra a maximização do fluxo.

O Lean Manufacturing*,* também conhecido como manufatura enxuta, é uma metodologia que utiliza o termo melhoria contínua para buscar a excelência operacional. Segundo Liker e Meier (2007), o grande sucesso vem de um procedimento de melhoria para identificação dos desperdícios, entender o foco do problema e saber tomar as decisões mais cabíveis para se eliminar as perdas dos processos.

Dennis (2008), afirma que o STP foi desenvolvido por Eiji Toyoda e Tiichi Ohno em um período que o Japão e a Toyota passavam por momentos difíceis, esse princípio passou por desafios, visto que o mercado japonês estava arrasado pela guerra, sem capital para reação e com grande necessidade de variedades de veículos.

Desta forma Shingo (2006), relata que a essência do STP está na abolição dos desperdícios que são os preceitos oriundos da problemática apresentada por essa metodologia. O autor comprova ainda a existência de 7 desperdícios na produção, conforme quadro 1**.**

Quadro 1 – Os 7 desperdícios da produção

Desperdício	Descrição
Superprodução	Produzir demais ou muito cedo, resultando em um fluxo de informações ou de materiais ruins e excesso de estoque
Defeitos	Erros frequentes na folha de trabalho, problemas com a qualidade do produto, ou entrega e desempenho ruim
Estoques	Estoques excessivos e atraso de informações ou produtos, resultando em um custo excessivo ou um serviço ruim
Processamento Desnecessário	Realizar os processos usando ferramenta, procedimentos ou sistema errado, geralmente um abordagem mais simples seria mais eficaz
Transporte	Movimentos excessivos de pessoas, informações ou produtos resultando em perda de tempo, de esforço e de custo
Espera	Longos períodos de inatividade das pessoas, informações ou produtos, resultanto em um fluxo ruim ou longos tempos de entrega
Movimentação	Má organização do local de trabalho, resultando em uma ergonomia ruim, frequentes perdas de itens, deslocamento para buscar ferramentas

Dennis (2008), apresenta na figura 2 as atividades da filosofia *lean,* simbolizada e conhecida como a casa do STP. Onde o 5 Sensos faz parte de um dos pilares, o telhado é o foco no cliente, sabendo atender as expectativas que o mesmo espera de um produto ou serviço, alinhando baixo custo e a qualidade, já a base da casa simboliza a padronização e a estabilidade, onde se encontra o trabalho padronizado e entre outras ferramentas que são utilizadas em grandes organizações em todo o mundo.

Figura 2 – Casa do Sistema Toyota de Produção

O lean implica um esforço contínuo em se ter um contexto caracterizado por desperdício mínimo e fluxo máximo, para que isso aconteça se requer que ocorra mudança na mentalidade das pessoas, deve-se aprender a encarar os desperdícios com um novo olhar, intendendo tudo que envolve o desperdício e saber trabalhar para o eliminar.

Essa mentalidade tem que partir primeiramente da alta gestão, onde os mesmos serão os incentivadores para as demais áreas, mostrando que os colaboradores envolvidos na busca por eliminar os desperdícios, estão sendo bem visto e apoiados pela participação e concretização das melhorias.

2. METODOLOGIA

As atividades se iniciam no setor de projetos, que recebe o desenho do produto em 3D enviado pela engenharia de produto, bem como informações técnicas necessárias para o início do projeto. Esta área é responsável por gerenciar os projetos dos moldes das unidades da empresa, projetar e terceirizar projetos quando necessário.

Após a concretização do projeto, o PCP é responsável por liberar e lançar a nota fiscal, referente a componentes que necessitem de tratamento térmico e distribuir a carga de trabalho para as máquinas. O PCP gerencia todos os apontamentos do setor, verifica a disponibilidade da capacidade planejada versos a realizada nas máquinas. A programação CAM é responsável pela geração dos programas e pelo gerenciamento destes programas nas máquinas CNCs.

Na fabricação os setores das eletros, tornos e fresadoras CNCs recebem os programas do CAM e os processos de trabalho do PCP para realização da fabricação dos componentes que serão utilizadas no setor de bancada. A bancada após receber os componentes acabados inicia os ajustes e montagem do molde. Após concretizar os ajustes necessários o molde é enviado para testes de desempenho no *try out*. São encontrados muitos problemas em um ambiente de produção de moldes, devido à diversidade, desorganização nas áreas, a falta de padrão e controle nos processos de fabricação.

A problemática do trabalho se dá sobre a questão organizacional das áreas de projeto e bancada na fabricação dos moldes de injeção, onde existem poucos. Foi realizada uma reunião junto com os projetistas com o objetivo de fazer um levantamento da situação atual do projeto, abordando os principais problemas e dificuldades dos profissionais desta área. O setor de projeto é o início do processo de fabricação do molde, onde todas as decisões tomadas irão gerar algum impacto nas etapas seguintes. O projetista é responsável por projetar os moldes, realizar a liberação dos desenhos e a lista dos componentes para fabricação.

Desta forma analisando o contexto do setor mediante as informações relatadas pelos projetistas, notou-se a ineficiência ou ausência de padrões e a desorganização no ambiente de trabalho. Outro problema relatado é falta de *feedback* entre as áreas de fabricação com o projeto, devido a problemas encontrados sem haver o retorno das informações, onde futuramente poderá ocorrer a reprodução dos mesmos problemas e um novo projeto de molde. A figura 3 representa a desorganização na área projeto.

Figura 3 – Desorganização na área de projet

O setor de bancada é o último processo na fabricação do molde, é nele que ocorre o ajuste e montagem dos componentes que totalizarão o molde pronto. É um processo extremamente complexo, visto que o molde é um ferramental caro e qualquer descuido pode causar grandes prejuízos financeiros.

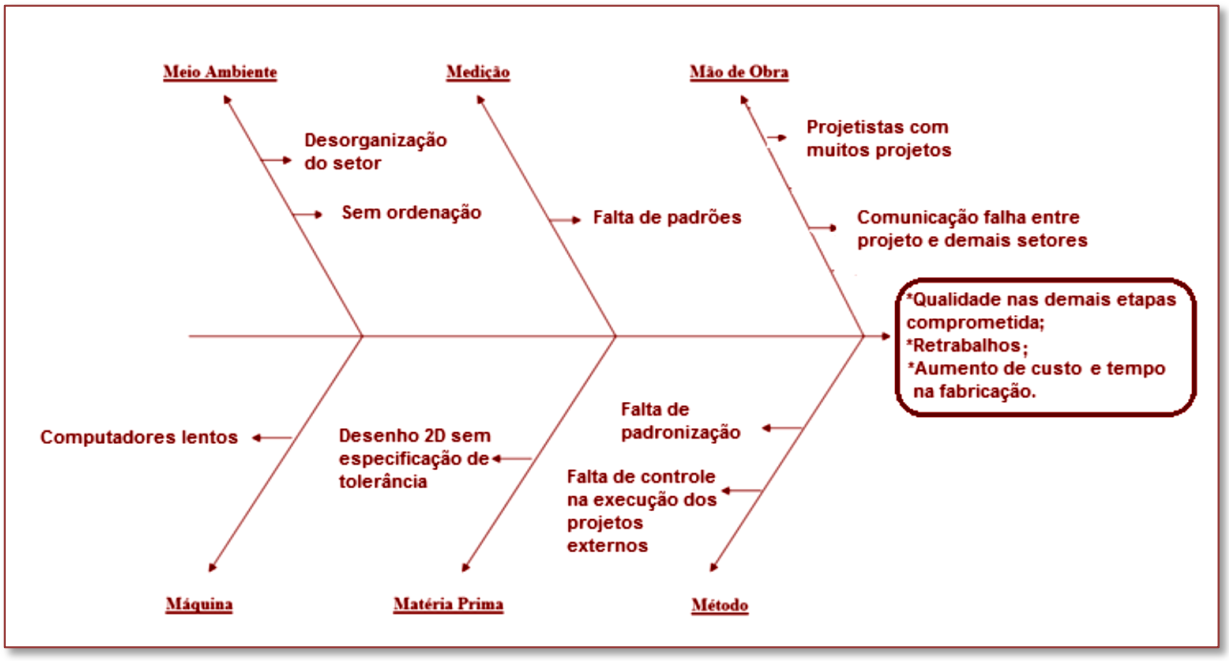
Desta forma analisando o contexto em uma reunião com os ferramenteiros, pode-se evidenciar que a bancada possui pontos falhos, como a falta de padrões, falta de controles das atividades causadoras de aumento do tempo de montagem que ocasionam atrasos nas entregas dos moldes. A falta de organização na bancada é outro agravante, pois as ferramentas não estão em lugar correto, não possuem identificação, levando com o que o ferramenteiro perca tempo ao procurar tal ferramenta. Conforme mostra a figura 4.

Figura 4 – Desorganização na área de bancada

Após o levantamento das informações através das reuniões com o projeto e a bancada, problemas comuns foram identificados nas duas áreas, como a falta de padronização, desorganização do ambiente e falta de *feedback*.

Esses problemas são geradores de atrasos na entrega do molde, qualidade comprometida nas etapas de fabricação, perdas de tempo em movimentações desnecessárias, maior custo de fabricação do molde, retrabalhos em todas as etapas do processo de fabricação e entre outros. Com a identificação dos principais problemas nas duas áreas, foi utilizado a ferramenta do diagrama de *Ishikawa* para melhor compreensão situação. A figura 5 representa o diagrama de *Ishikawa* no projeto.

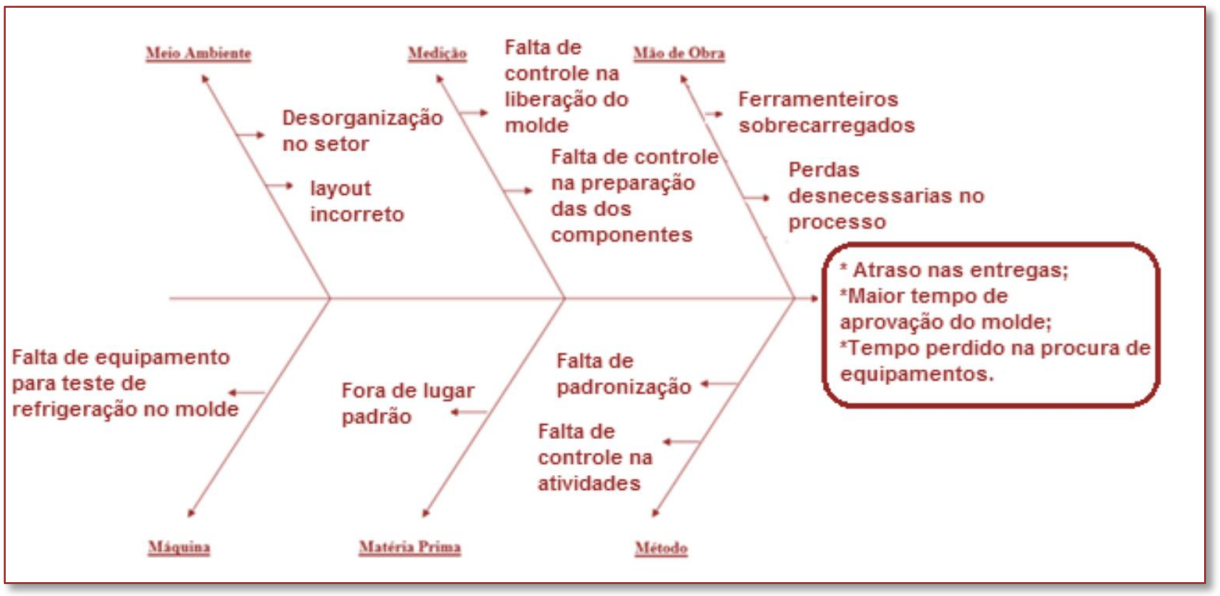
Figura 5 – Diagrama de *Ishikawa* no projeto



Analisando o diagrama de Ishikawa da área de projeto, pode-se observar através das causas levantadas, sérios problemas que comprometem as demais etapas do processo de fabricação, causando retrabalhos, aumento do custo e tempo na fabricação dos moldes de injeção termoplástica.

A figura 6 representa o diagrama de Ishikawa na bancada, identificação as principais causas geradoras dos problemas nesse processo.

Figura 6 – Diagrama de Ishikawa na bancada



Após o levantamento dos problemas, foi realizada uma nova reunião para definição das ações a serem consolidados, nessa reunião foi utilizada a ferramenta de *brainstorming,* onde a mesma é aplicada com um grupo de pessoas a fim de levantar ideias para resolução de problemas. Essa metodologia estimula as pessoas, pois não descrimina as opiniões levantadas.

Foram criadas ações para o setor de projeto e bancada a fim de melhorar a qualidade e reduzir os desperdícios.

Após o levantamento dos problemas com o auxílio da ferramenta de *brainstorming,* algumas ações foram levantadas pelos membros participantes, seguem no quadro 2 abaixo.

Quadro 2. Melhorias no Projeto

Ações	Definições
Realização do uso da ferramenta 5S	Como forma de melhorar a organização do ambiente de trabalho, descartando o que não agraga valor ao processo;
Criação de padrões	Criar padrões no projeto para uso interno, como forma reduzir tempos no processo;
Apostila com padrões para terceiros	Para os projetos terceirzados criar uma apostila demostrando os padrões que devem ser seguidos;
Reuniões de análise dos projetos	Realizar reuniões antes do término do projeto, onde deverá estar presente o projetista responsável pelo projeto, o ferramenteiro, o engenheiro de produto e processo, esse último é o líder do projeto.

Desta forma, em razão de não se ter um processo adequado no projeto e bancada, ocorre problemas como desperdício de tempo nas atividades, perdas na procura dos ferramentais, processos iguais sendo executados de formas diferentes, sem haver um padrão determinado e eficaz.

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos com o estudo, serão apresentados através de gráficos comparativos referente a um molde denominado "A" de um produto "X", antes e depois das melhorias aplicadas. O molde "A" recebe essa especificação devido a normas internas que não permite nome e dados dos moldes e seus respectivos produtos.

Os dados apresentados são provenientes dos apontamentos realizados pelos responsáveis em preparar, ajustar e montar o molde "A" na bancada, esses dados foram obtidos com o auxílio do PCP. A tabela 1 representa os dados do molde "A" antes das melhorias, demonstrando as horas de mão-de-obra utilizada pela bancada até o envio do molde para o primeiro *try out,* total de horas e a porcentagem dos apontamentos em retrabalhos.

Tabela 1 – Dados do molde "A" antes das melhorias

Horas de bancada no	Dias	Horas de retrabalhos	Horas de Usinagem	Horas de Projeto	Horas de Terceiros
168,15	21	19,5	10,4	6	3,1

A tabela 2 representa os dados do molde "A" depois das melhorias, demonstrando as horas de mão-de-obra utilizada pela bancada até o envio do molde para o primeiro *try out,* total de horas e a porcentagem dos apontamentos em retrabalhos.

Tabela 2 – Dados do molde "A" depois das melhorias

Horas de bancada no	Dias	Horas de retrabalhos	Horas de Usinagem	Horas de Projeto	Horas de Terceiros
118	15	9	1,5	1	3,1

Após a apresentação das tabelas que demostram os dados antes e depois das melhorias, criou-se a tabela 3 como forma de representação e comparação desses dados do molde "A" e a diferença em porcentagem dos mesmos.

Os dados apresentados na tabela 3 estão apresentados mediante as horas e dias utilizados pela bancada até o T0.

Todos os dados apresentados foram coletados do molde "A" fabricado no ano de 2015 e 2016, um molde "A" antes e o outro molde "A" depois das melhorias respectivamente.

Tabela 3 – Comparativo antes e depois das melhorias

Descrição	Molde - antes das melhorias	Molde - depois das melhorias	Diferença em %
Horas de bancada no	168,15	118	30%
Dias	21	15	29%
Horas de retrabalhos	19,5	9	54%
Horas de Usinagem	10,4	1,5	86%
Horas de Projeto	6	1	84%
Horas de Terceiros	3,1	3	0%

Através dos dados mensurados nas três tabelas, pode-se verificar que os níveis de retrabalho depois das melhorias foram menores consequentemente as horas utilizadas para montagem do respectivo molde também diminuíram.

Não houve a mensuração dos ganhos na concepção do molde aprovado, pois os ganhos apresentados são decorrentes do primeiro molde com a aplicação das melhorias, onde esse molde atualmente se encontra em fase de aprovação.

4. CONCLUSÃO

Neste capítulo são apresentadas as conclusões finais do estudo realizado, visto que a concretização deste trabalho gerou bons resultados para a empresa, mediante a implementação de métodos padronizados, com o auxílio de algumas ferramentas da qualidade e do *lean* manufacturing.
Com um mercado cada vez mais hostil, as organizações, necessitam constantemente de atualização em seu sistema de trabalho, melhorando e otimizando todo o processo produtivo, visto que a organização em uma empresa reflete na agregação de valor nos processos produtivos, reduzindo desperdícios em torno da fabricação do produto.
Com base no estudo realizado, chegou-se à conclusão que possuir um processo ordenado e utilizar ferramentas certas, é capaz de eliminar desperdícios de movimentação, tempo de espera e retrabalhos. Além disso, é possível melhorar a organização do local de trabalho, elaborar padronização das atividades do processo, promover melhoria no espaço físico das áreas, garantindo maior segurança do operador e consequentemente trazendo maior produtividade para a organização.
Conclui-se que a utilização das ferramentas da qualidade e do *lean manufacturing*, trouxe boas informações para o acadêmico envolvido, como forma de oportunidade para a aplicação dos métodos aprendidos em trabalhos futuros.

SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Recomenda-se em trabalhos futuros que seja feito o levantamento em outros moldes, comparando-os com moldes que não foram aplicadas as melhorias, para maior precisão nos ganhos.
Adotar os mesmos métodos no processo de fabricação nas máquinas CNCs, aprimorando esse processo para que se tenha um menor índice de retrabalho e maior índice de qualidade das peças fabricadas.
Cria um método de controle dos componentes do molde fornecido por terceiros, devido a diversidade de fornecedores e o elevado índice de retrabalho dos mesmos.

REFERÊNCIAS

[1] DENNIS, P. Produção Lean Simplificada. Porto Alegre: Bookman, 2008.

[2] DUARTE, R. L. Procedimento Operacional Padrão - A Importância de se padronizar tarefas nas BPLC. Curso de BPLC – Belém-PA/ 2005 8p.

[3] HARADA, J. Moldes para injeção de termoplásticos: projetos e princípios básicos.

[4] São Paulo: Artliber Editora, 2004.

[5] LIKER, J.K; MEIER, D. O Modelo Toyota: manual de aplicação – Porto Alegre: Bookman, 2007.

[6] SHINGO, O. O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção. 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

[7] TAPPING, D; SHUKER, T. Gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas. São Paulo: Leopardo, 2010.

CAPÍTULO 10

VALUE STREAN MAPPING (VSM); COMO ENXERGAR AS PERDAS NOS PROCESSOS PRODUTIVOS PARA EFICÁCIA DA MELHORIA CONTINUA

Alexandro Gilberto da Silva
Eduardo Gonçalves Magnani
Geraldo Magela Pereira da Silva
Dr. Nelson Ferreira filho

Resumo: Este estudo procura mostrar com base no conceito do VSM (Value Strean Mapping), como um processo identifica e trata os "desperdícios" manufatureiros aplicando este também conhecido Mapa de Fluxo de Valor fazendo uma análise da diferença entre sistemas tradicionais de manufatura e sistemas de produção enxuta em células de manufatura e utilizando soluções de produção enxuta. O projeto foi realizado em campo na empresa denominada Alfa, situada em Minas Gerais do seguimento de fundição, usinagem e pintura de peças de grande tonelagem em aço nodular e cinsento. E os processos estudados foram usinagem e pintura de hubs eólicos. O foco é a redução do lead time e eliminação de perdas, visto que o balanceamento de linha produtiva é denominado a essencia basica da excelência operacional em toda cadeia de fluxo de informações, materiais e pessoas. Inicialmente foram medidos os tempos de ciclo e movimentação dos funcionários e da peça fundida a ser processada ao longo do fluxo de valor, para uma demanda semanal de quatro peças. Os inventários ao longo do processo também foram medidos e identificados juntamente com o lead time pelo mapa do estado atual das celulas de usinagem e pintura. Através da implementação do sistema enxuto de produção, foi proposto um novo mapa do estado futuro das células produtivas, onde foram instalados três supermercados para balanceamento de linha e a eliminação das inspeções dimensionais com alta capabilidade ao longo do processo produtivo.

Palavras chave: Mapeamento, Fluxo, Valor, Lead time, Perdas

1. INTRODUÇÃO:

O VSM, mais conhecidamente Mapa de Fluxo de Valor de acordo com o conceito de Produção Enxuta é eliminar o desperdício com o objetivo de criar valor Murman; Allen (2002), em termos de tempo, trabalho em processo e rejeitos. Em todas as áreas ao longo da cadeia que cria valor, independentemente se é sobre um conceito de logística para toda a produção ou a otimização de uma área de trabalho definida, porque o desperdício ocorre em todas as etapas do processo. Através de uma implementação consistente do sistema Lean em células de usinagem e pintura de eólicos, esse potencial pode ser identificado e desenvolvido para a melhoria da eficiência das operações de acabamento. Como citam Chiaverini; Vicente (1914), os processos de usinagem possibilitam o acabamento de superfícies de peças fundidas ou conformadas mecanicamente, de modo a obter-se melhor aspecto superficial e dimensões mais precisas. Obter fontes de eficacia sobre este processo é inrraizar a cultura Lean. O resultado é a redução de custos e um simultâneo melhoramento da eficiência da produção, conjuntamente com aumento da qualidade. E como definem Womack; Jones (1996), o mapeamento de fluxo de valor é mais que uma técnica na gestão de empresas líderes. Ela traduz respeito aos clientes e acionistas que não aceitam pagar pelos custos dos desperdícios.

Atualmente o setor de energia eólica esta em uma crescente notória, trazer recursos de melhoria para produção destes equipamentos é o mesmo que buscar eficiencia para ordem conjunta das necessidades de se produzir energia sustentável.

A empresa estudada neste artigo é do seguimento de fundição de aço nodular e cinsento, sendo denominada empresa alfa, a aplicação de seus processos de fabricação é extremamente complexa por ser uma planta que cobre uma demanda de produtos desde a formação dos moldes até o acabamento final. Os hubs fundidos, conformados e acabados vão diretamente para serem montados nas torres dos parques eólicos. Apartir de estudos aplicados no chão de fabrica, esta pesquisa visa detectar fontes de melhoria no processamento de usinagem e pintura através do mapeamento de fluxo de valor.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

Rother; Shook (1999) definiram o Value Stream Mapping - VSM ou mapeamento do fluxo de valor como uma ferramenta gráfica, baseada num mapa, que permite visualizar o percurso de um produto ou serviço ao longo do fluxo de valor. Trabalhar a partir do fluxo de valor permite ter uma visão global dos processos e não estar apenas focado nos processos individuais. Este método é muito simples e eficaz, uma vez que ajuda a identificar o desperdício ao longo do processo e as suas causas (ROTHER; SHOOK, 1999).

No sistema Lean de produção, o fluxo de informação deve ser tratado com tanta importância quanto o fluxo de material. Emprega-se a palavra Lean a (magreza, ausência de gordura) porque esta filosofia concentra-se na eficiência, com o objetivo de produzir produtos e serviços com o menor custo e o mais rápido possível. E como afirma Antony (2010), o compromisso com o Lean Thinking deve começar ao nível da gestão de topo e deve desenvolver-se em cascata para todos os níveis da organização com o objetivo de melhorar o fluxo de materiais e informação e a eficiência dos processos.
A abordagem científica da filosofia Lean foi inicialmente divulgada nos trabalhos de Womack; Jones; Roos (1992) e Shingo (1981), sendo posteriormente transposta para o processo de desenvolvimento de produtos. Pesquisas de Sohal; Egglestone (1994), Bauch (2004) e Machado (2006) que tiveram como foco a avaliação das potencialidades da aplicação da filosofia Lean na área de pesquisa e de desenvolvimento, verificação das dificuldades de implementação do *lean development*, proposição de desperdícios para o *lean development* e uma sistemática para a implementação da filosofia *lean*, seguindo a estrutura de projetos, respectivamente. As pesquisas citadas mencionam o uso do mapeamento do fluxo de valor como meio para identificação dos desperdícios do desenvolvimento de produtos.

Liker (2005) obteve a resposta de Fujio Cho, então presidente da Toyota Motor Company, que aprendeu o Modelo Toyota com um dos seus criadores, Taiichi Ohno para o notável sucesso da Toyota. “A chave para o modelo Toyota, e o que a faz sobressair, não é nenhum dos elementos individuais… Mas o importante é ter todos os elementos unidos como um sistema. Eles devem ser postos em

prática em todos os dias de uma maneira muito sistemática e não isoladamente."

Conforme Womack; Jones (1992) a produção enxuta é como um processo de cinco passos: criar valor na óptica do cliente; identificar a cadeia de valor; fazer o valor fluir para a cadeia; o cliente puxa a produção e gerenciamento rumo à perfeição. No trabalho diário de uma empresa, rotinas que consigam manter a organização e a ordem são essenciais para um fluxo regular e eficiente das atividades (BAYO; BELLO; CERIO, 2010). Então um gestor enxuto não se limita a utilizar apenas analises de demanda e capacidade produtiva para determinação de sequenciamento, ele procura sempre a incansável melhoria continua através do sistema Lean Manufacturing porque é utilizado atualmente pelas grandes indústrias e é o sistema mais eficaz de toda a historia do Japão, hoje é utilizado em todo o mundo.

2.1 MAPAS DE FLUXO DE VALOR:

Com o decorrer dos anos as empresas veem trabalhando com fluxo de material em processos discretos de produção e implementação do sistema enxuto ao invés de processos isolados de melhoria, significando que as pessoas em todas as funções do negócio podem ter que mudar os seus hábitos. Onde quer que haja um produto para um cliente, há um fluxo de valor (SHINGO, 1981).

Segundo Emerim; Simões (2015), a analize inicia se pela identificação da função de uso que representa o processo. Devendo ela, ser composta por um verbo (ação realizada) e um substantivo mensurável que sofrera a ação. As atividades desenvolvidas deverão estar atreladas à função principal e poderão ser classificadas como necessárias ou desnecessárias.

O mapa do fluxo de valor é uma poderosa ferramenta de comunicação e planejamento, além de servir para que as pessoas conheçam detalhadamente seus processos de fabricação. Aborda a forma simples do fluxo de materiais e informações desde fornecedor até o cliente final (FERREIRA; ROCHA; LOPES; SANTOS; SANTOS, 2015).

Essa metodologia estimula a participação, permitindo que pessoas tímidas não se omitam do grupo (EMERIM; SIMÕES, 2015).

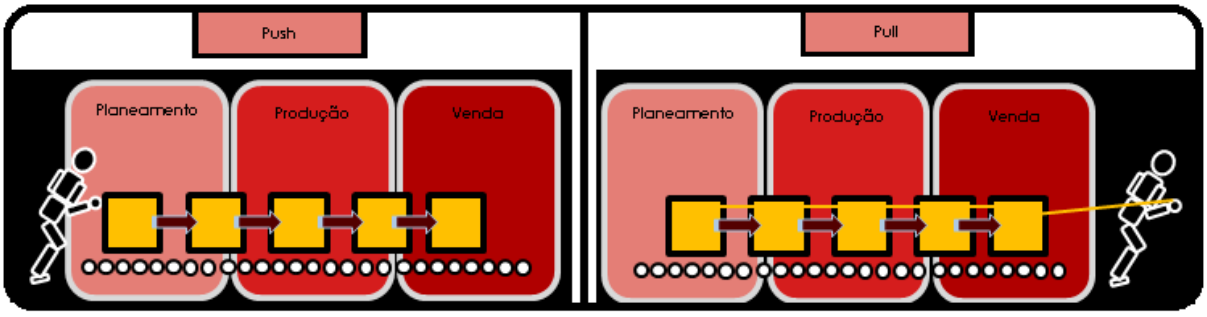
Com ele, se estabelece uma linguagem comum entre os colaboradores, conforme figura 1 a seguir.
Assim fica explicito o processo produtivo de uma forma simples de interpretar por qualquer mebro da equipe, mas para que este mapeamento ocorra é preciso que haja um trabalho ao qual se predomina sob uma investigação continuada no chão de fábrica, é a detecção destes nuneros através das cronoanalises ou cronometragem de todas as operações nestas celulas. Porque conforme afirmam Rother; Shook (1999) o “Fluxo de Valor” deve ser um novo termo em seu vocabulario. Um fluxo de valor é toda ação, agregando valor ou não, necessaria para fazer passar um produto por todos os fluxos essenciais de cada produto: 1° O fluxo de produção desde a matéria prima até os braços do consumidor e 2° o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento.

2.2 SISTEMAS PULL:

Pull é um processo de reabastecimento de material controlado pelo consumo. O sistema pull de reabastecimento procura eliminar a Super produção, alinha os processos com os requisitos do cliente reduzindo a super produção, uma das maiores perdas no fluxo de valor, porque cliente não é somente aquele externo, cliente é qualquer processo seguinte (ANTONY, 2010).

O pull regula a produção com o trabalho para reabastecer somente o que o cliente consome. Em contraste, uma estratégia push promove a super produção otimizada, fabricando de acordo com uma programação prevista ou maximizando a relação base-hora, mesmo se corrente abaixo as operações ou os clientes não necessitam dos produtos conforme figura 2 a seguir, pode se verificar a diferença da produção em rítimo de empurráda (push) para o sistema de produção puxada ou sistema pull.

Figura 2- Demonstrativo de sistemas Push x Pull



Fonte: 4 Lean 2011

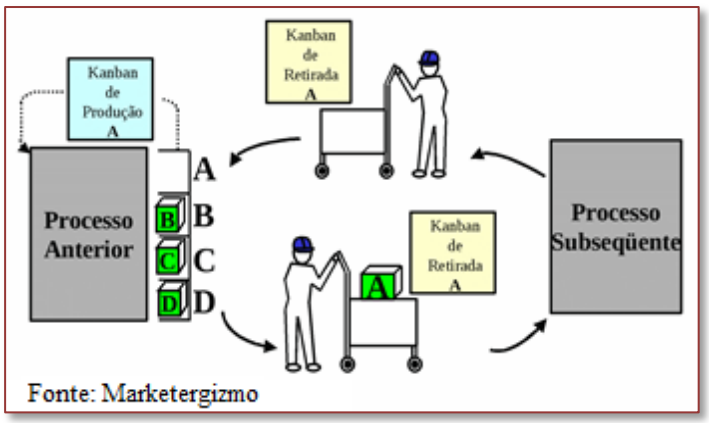
Conforme Rother; Shook (1999) afirmam, o objetivo de colocar um sistema puxado entre dois processos, é ter uma maneira de dar a ordem exata de produção ao processo anterior, sem tentar prever a demanda posterior e programar o processo anterior. Puxar é um método para controlar a produção entre dois fluxos.

2.2.1 KANBAN

O sistema Kanban assegura que toda a produção seja reabastecida com método de gestão de pessoal pelos estoques, procura revelar e reduzir pessoal e equipamentos em excesso, com isso promove a eliminação de estoque -ideia de emissão de cartão kanban (WOMACK; JONES, 1996)

E conforme mencionam Rother; Shook (1999), sua especial obtenção de otimização de carga de trabalho esta na racionalização da produção. Utilizara-se de semelhanças Just in time para a origem no sistema de prateleira do supermercado Kanban, ou seja, produção por demanda enxuta, que permite se dizer que nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes da hora exata. Ex: compra do carro – encomenda à montadora – produção (apenas peças necessárias). Colocando o fluxo da ordem de fabricação conforme figura 3 a seguir.

Figura 3- Reabastecimento de supermercado kanban



Fonte: Marketergizmo

2.3 AS SETE PERDAS DO SISTEMA LEAN MANUFACTURING:

Segundo Sohal; Egglestone (1994), perda é qualquer atividade que consome recursos mas não cria nenhum valor para o produto e para o cliente. Elas têm grande impacto no mapa de fluxo de valor por se tratar de desperdícios, o que torna as operações ineficazes.

São estas:

- Falhas; Produção ou retrabalho ou retrabalho de produtos fora de especificação.
- Isto é percebido quando se tem uma célula com colaboradores que não conseguem identificar as não conformidades do produto em processo, e aplica somente sua função (trabalho) neste, consequentemente quando descobrem o defeito, este, já

se devia ser refugado ou ate mesmo retrabalhado no caso de um produto com alto valor agregado.

- Inventário; Excesso de produdo em processo, matéria prima e bens acabados.
- Esta perda é muitas vezes mal interpretada pelos agentes de mudança, motivo pelo qual, deve-se ter um treinamento eficiente para tal entendimento, visto que podem ter razões positivas dependendo do seguimento da empresa.
- *Razões positivas de um inventário: Oportunidade de flexibilidade de atendimento ao cliente, cobrir possíveis falhas dos equipamentos, poder de barganha e economia nos transportes, atender a demanda em determinada época, contribuir para redução do Lead time, cobrir imprevistos como greve de operários e desastres naturais.
- *Razões negativas de um inventário: Valor agregado do estoque, dinheiro parado, espaço físico ocupado, filas no processo, retrabalho gerado pelo controle de estoque, custos de manutenção ou a própria perda do produto se tratando de perecíveis.
- *Tipos de inventários: Estoques no canal (WIP), produto acabado ou semi-acabado, estoques para especulação,(manter o produto em estoque ate que esteja em falta no mercado), estoques de natureza regular ou cíclica (usual) e estoques de segurança, além do usual.
- Super produção; Fornecimento exessivo, além dos requisitos do processo siguinte.
- Esta perda se relaciona com o trabalho não balanceado, ou seja, uma célula não controlada começa a produzir quantidades além das quantidades ideais de produção, ou seja, além dos requesitos seguintes.
- Espera; Tempo perdido devido ao fraco fluxo de produto (faltas), estrangulamentos e ou máquinas paradas.
- Esta perda é um dos desperdícios mais comuns nas pequenas, médias e grandes indústrias, o grande problema é que muitas empresas adotam a visualização desta, como natural, quando que para o sitema Lean, grande quantidade do tempo não agregado esta relacionado diretamente com a espera.
- Excesso de movimento; Movimentos perdidos feitos durante o trabalho.
- Os movimentos de operários teem grande influência no que toca o processamento das transformações de materiais. Com isto, não simplesmente se deve eliminar estes movimentos, mas sim, aperfeiçoar as operações de forma que estes movimentos se tornem os mínimos possíveis.
- Excesso de transporte; Excesso de movimento de trabalho em processo.
- Tem grande influência no que toca o processamento dos transportes internos de materiais.
- Super processamento; Trabalho que não agrega valor para o cliente ou ao negócio.
- Esta perda é conhecidamente a mais difícil de ser enxergada, muitas vezes a própria cultura operacional permite que esta aconteça. Desta forma, o sistema Lean aplica o trabalho padrão.
- De acordo com o Caterpillar production sistem, uma oitava perda é adotada como a principal.
- Criatividade e capacidade não utilizadas; Oportunidades perdidas devido a pouca segurança e a uma força de trabalho sibutilizada.
- Identificar esta perda é chamar esforços no que tange o treinamento dos operários, sendo assim, uma oportunidade excelente de melhorar o PQVC (produtividade, qualidade, velocidade e custo). Um operador necessita ter tempo de pensar as melhores formas de se fazer suas funções, do contrário tabalha como máquina.

2.4 CALCULO TAKT TIME

De acordo com Womack; Jones (1996) o takt time é o tempo em que se deve produzir uma peça ou produto, baseado no ritmo das vendas para atender a demanda dos clientes. É calculado dividindo se o volume da demanda do cliente (em unidades) por turno, pelo tempo disponível de trabalho (em segundos) por turno.

Resumidamente, pode se concluir que o takt time sincroniza o ritmo da produção para acompanhar a velocidade das vendas (ROTHER; SHOOK, 1999). É um número de referência que dá uma noção do ritmo em que cada processo precisa estar produzindo e ajuda a enxergar como está o andamento manufatureiro e o que precisa se melhorar.

Para Rother; Shook (1999), produzir de acordo com o takt parece simples, mas requer um esforço concentrado para:

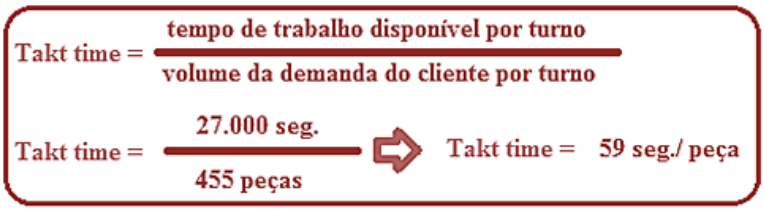
1° Fornecer resposta rápida (dentro do takt) para problemas.

2° Eliminar as causas de paradas de máquinas não planejadas.

3° Eliminar tempos de troca em processos posteriores, setups e processos de montagem.

O que se tenta realmente fazer na produção enxuta, é obter um processo para fabricar somente o que o próximo processo necessita e quando necessita. As tentativas estão concentradas em ligar todos os processos desde o consumidor final até a matéria prima em um fluxo regulador sem retornos que gera o menor lead time, mais alta qualidade e o menor custo WOMACK; JONES, 1996). O takt time é uma ferramenta que regula e dá ao fluxo de valor sua definição conforme figura 4.

Figura 4- Calculo takt time



Fonte: Elaborado pelo autor

Em algumas indústrias, tais como as de distribuição, produtos por encomenda e de processo contínuo, pode ser necessária alguma criatividade para definir as unidades de demanda dos clientes. Uma solução conforme afirmam Rothr; Shook (1999), é definir uma unidade como sendo quanto trabalho pode ser feito no seu processo gargalo em um takt de, por exemplo 10 minutos. Então divide se seus pedidos neste intervalo takt.

2.5 HUB EÓLICO

Um hub eólico é a peça que conecta as três “hélices” ou “pás” que giram por força do vento e movimentam geradores elétricos que produzem energia. Na linha de produção ele é apelidado de “nariz da turbina”. Conforme fotografias 1 e 2 a seguir:

Fotografia 1- Naris da turbina

Fonte: GE- Reports Brasil

Foto 2- Hub eólico

Fonte: Eólica Acciona

As peças produzidas pela empresa Alfa neste estudo, são exatamente semelhantes aos hubs apresentados pela foto 2. Ele é responsável por automatizar o movimento das pás eólicas para a melhor captação possível de energia, advinda do vento.

3. OBJETIVO

Apresentar de uma forma ampla e sistêmica, os princípios de gestão da produção enxuta em um setor de usinagem e pintura de hubs eólicos como base de sustenção para as técnicas e ferramentas para acelerar os processos, reduzir perdas e melhorar a qualidade.

4. METODOLOGIA

Esta pesquisa é resultado de uma ação em campo obtida através de um estagio supervisionado na àrea de melhoria contínua e aplicação da metodologia lean manufacturing. O estudo metodologico teve como foco o mapeamento de fluxo de valor, para alcançar resultados de eficiência operacional em processos produtivos de usinagem e pintura de eólicos em uma empresa denominada Alfa neste artigo.

5. ESTUDO DE CASO

Aplicando as ferramentas de produção enxuta e implementando soluções de produção enxuta, inicialmente foram medidos os tempos de ciclo e movimentação dos funcionários e

da peça fundida a ser processada ao longo do fluxo de valor, para uma demanda semanal de quatro peças. Os inventários ao longo do processo também foram medidos e identificados juntamente com o lead time pelo mapa do estado atual do processo, isto é, uma peça tem um tempo total de produção de 3254 minutos. Através da implementação do sistema enxuto de produção, foi proposto um novo mapa do estado futuro onde foram instalados três supermercados para balanceamento de linha e a eliminação das inspeções dimensionais ao longo do processo produtivo resultando em uma redução do lead time para 2949 minutos com quatro dias de inventário.

5.1 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

Quanto menor o lead time de produção, menor o tempo entre pagar pela matéria prima e receber pelo acabado feito com estas matérias. Mas para que se tenha um lead time enxuto é preciso que se faça a cronoanalise do processo e suas operações ao longo da cadeia produtiva, um dos primeiros passos para formatação do estado atual do mapa de fluxo de valor. São destas analises e investigações em campo que se formam os primeiros takts da linha, inclusive onde se pode empenhar mais esforços de melhoria devido a clareza em que se manifesta os valores não agregados dentro do processo conforme planilha 1 a seguir.

Planilha 1- Demonstrativo de ciclo time

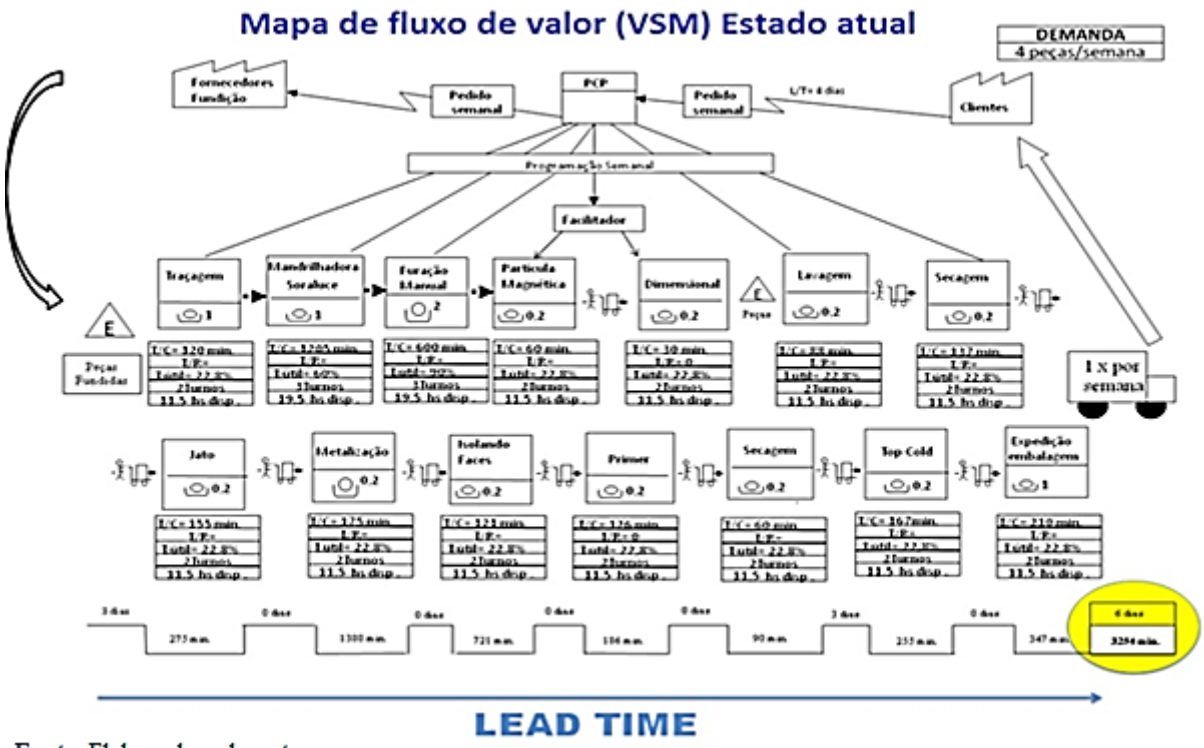
Total Ciclo Time	3254	Total lead time	
Usinagem operações gerais	1205	3254	
Furação manual	600	Minutos	
Traçagem/particula/dimencional	210		
Lavagem	88	VA	NVA
Secagem	137	1734	1520
Jateamento	155	53%	47%
Metalização	175		
Pintura Primer	307		
Pintura Top Coat	167		
Expedição/embalagem	210		

Fonte: Elaborado pelo autor

O mapa completo do estado atual com as barras do lead time e dados sugere identificar as áreas de superprodução, o esforço necessário para criá-lo é um extremo "desperdício", a menos que se use o mapa para rapidamente criar e implementar um - mapa do estado futuro- que elimine as fontes de desperdício e agregue valor ao produto e principalmente ao cliente, porque ele não quer pagar por "fluxos gordurosos" cheios de perdas por processos ineficazes.

Neste caso, para o mapeamento do fluxo de valor, desiguina se duas etapas: O desenho do estado atual. E posteriormente o desenho do estado futuro, construindo uma cadeia de produção por meio de fluxo ou puxada. As figuras 5 e 6 demonstram o estado atual e o estado futuro em um processo de usinagem e pintura de Hubs eólicos.

Figura 5- Mapa de fluxo de valor estado atual

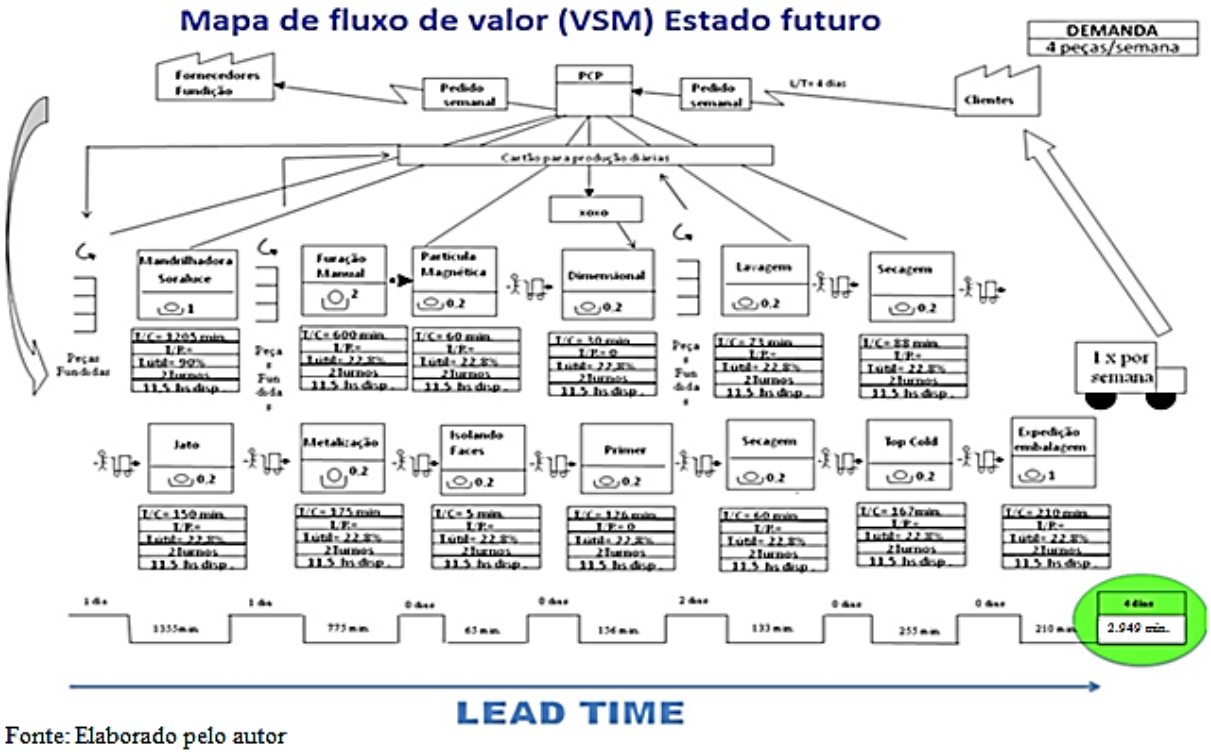


Fonte: Elaborado pelo autor

Observa-se que esta fabrica não utiliza nenhuma das ferramentas do sistema de produção enxuta, as informações de produção são soltas pelo PCP em todos os setores de empresa, o que não permite um controle eficiente das operações não balanceadas. Sua programação é semanal, e mesmo assim não permite um bom fluxo de materiais e informações. Enxerga se também, células com gargalos e um Lead time de 3.254 minutos para cada remeça de produto pronto, com um inventário de seis dias.

Com a aplicação das ferramentas do sistema de produção enxuta, nota-se a importância de um processo de produção eficaz que permite o avanço da “puxada” (sistema pull). As informações são buscadas no fim da linha, sempre obedecendo aos cartões Kanban, mesmo tendo uma previsão semanal as informações para os processos ocorrem diariamente obedecendo é claro o FIFO, onde a obtenção de um Milk Run é de extrema importância para o sustento da linha que foi balanceada polo calculo Takt Time. Os três supermercados de hubs eólicos foram montados antes da linha de produção, o que garante o reabastecimento da linha. Operações de valor não agregado como inspeção com alta capabilidade foram eliminadas, modificando as células de processamento e eliminando o excesso de movimentação e transporte, tornado o PQVC mais aplicável. Conseguindo portanto reduzir o Lead time de 3.254 minutos para 2.949minutos.

Figura 6- Mapa de fluxo de valor estado futuro



Fonte: Elaborado pelo autor

6. RESULTADOS

Analisando o mapa do estado futuro, foram eliminadas todas as inspeções visuais ao longo do processo para melhor fluxo de produtos e serão realizadas nos supermercados antes da operação de lavagem por um operador enquanto o produto estiver aguardando para entrar na próxima operação, eliminando perdas ao longo do fluxo de valor. Com a eliminação da operação de visual e traçagem podemos reduzir em 10% do tempo total de ciclo, passando de um ciclo de 3254 minutos para 2949 minutos.

Outra melhoria implementada foi à redução de um turno de trabalho, o 3º turno aproveitando o tempo de disponibilidade do equipamento que não era utilizado totalmente de acordo com o mapa do estado atual. O tempo takt time que sincroniza o ritmo da produção para acompanhar a velocidade das vendas foi dado:

Tempo takt time = 248.400 seg./4 peças = 62.100 segundos / peça.

6. 1 APLICAÇÃO DE VALOR FINANCEIRO

Os clientes estão comprando este produto na razão de um a cada 62.100 segundos, isto é, um produto a cada 17 horas e 25 minutos. Mostrando este ganho em valor capital podemos considerar que o custo operacional para a transformação deste produto é R$ 9.600,00 reais de usinagem e R$ 860,00 reais de pintura por unidade de cada HUB. “Todos os custos relacionados a hora/homen, depreciação e manutenção foram levantados apartir de dados da controladoria da empresa Alfa neste artigo apresentada”.

Tem se um custo operacional atual de R$ 10.460,00 reais/peça.

O tempo operacional atual é de 814 min/peça, para uma redução de um tempo operacional futuro de 564 min/peça.

A planta registra um custo operacional/minuto neste setor de R$12,85 reais, chegando a um custo operacional atual de R$10.460,00/peça.

Diminuindo para um custo operacional futuro de R$ 7.247,40 reais/peça. A redução de custo mensal foi de R$ 51.401,60 reais/mês, representando no final de 12 meses um ganho anual de R$ 616.819,20 reais conforme planilha 2 a seguir.

Planilha 2- Ganho financeiro na aplicação de VSM

Simples conferencia de ganho na aplicação do VSM no setor de acabamento eólico					
	custo op./min.	Tempo Op./ Peça- min.	Custo Op./ peça	Demanda/mês	Evolução
VSM Atual	R$ 12,85	814	R$ 10.459,90	16	R$ 167.358,40
VSM Futuro	R$ 12,85	564	R$ 7.247,40	16	R$ 115.958,40
Ganho mês		250	R$ 3.212,50		R$ 51.400,00
Ganho anual em reais					R$ 616.800,00

Fonte: Elaborado pelo autor

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

Este trabalho procurou mostrar que a implementação dos conceitos do pensamento enxuto e das ferramentas que nele se aplicam pode ser realizada no processo de desenvolvimento de produtos. A pesquisa permitiu verificar que a ferramenta de mapeamento do fluxo de valor é útil para ser aplicada ao processo de fabricação e auxiliar na identificação dos desperdícios.

Desenvolver um fluxo enxuto de valor expõe as fontes do desperdício em um processo de usinagem e pintura de hubs eólicos. Acredita-se que todos engenheiros e colaboradores têm um papel importante na implementação do sistema de produção enxuta. Os principais benefícios após as mudanças no estado futuro é um aumento de competitividade da companhia e um melhor ambiente de trabalho.

REFERÊNCIAS

[1]. BAUCH, C. Lean Product Development: Making waste transparent. Munich, 2004. 140 p. Tese (Doutorado) - Technical University of Munich.

[2]. EMERIM, T.; SIMÕES, W. A Combinação de Esforços Entre Mapeamento de Fluxo de Valor e A nálise de Valor: Um Caso na Indústria de Artefatos de Borracha Automotiva. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, CE. ENEGEP, 2015.

[3]. FERREIRA, D.; ROCHA, M.; LOPES, V.; SANTOS, R; SANTOS, J. Mapeamento do Fluxo de Valor: Uma Abordagem de Melhoria Contínua em Uma Indústria Montadora de Computadores. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, CE. ENEGEP, 2015.

[4]. HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. Learnig to envolve. A review of contemporany lean thinking. International Journal of Operations & Production Management, v. 24, n. 10, p. 994-1011, 2004.

[5]. LIKER K.J., O Modelo Toyota. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2005.

[6]. MACHADO, M. C. Princípios enxutos no processo de desenvolvimento de produtos: proposta de uma metodologia para implementação. São Paulo, 2006. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo.

[7]. MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.; HYNDMAN, R.J. Forecasting Methods and Applications.. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.

[8]. MURMAN, E. M.; ALLEN, T.J, Et al. Lean Enterprise Value: Insights from MIT's Lean Aerospace Initiative, London: Palgrave, 2002.

[9]. PELLEGRINI, F.R.; FOGLIATTO, F. Estudo comparativo entre modelos de Winters e de Box-Jenkins para a previsão de demanda sazonal. Revista Produto & Produção. Vol. 4, número especial, p.72-85, 2000.

[10]. ROTHER, M.; SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar. Lean Enterprise Institute do Brasil, 1998.

[11]. SHINGO, S. A Study of the Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint. [S.l.]: Productivity Press, 1981.

[12]. SOHAL, A. S.; EGGLESTONE, A. Lean production: experience among australian organizations. International Journal of Operations & Production Management, v. 14, n. 11, p. 35-51, 1994.

[13]. WOMACK, J.P.; JONES, D. T. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. Nova York: Simon & Schuster, 1996.

[14]. WOMACK, J.P.; JONES, D. T.; ROOS, D. A máquina que mudou o mundo. Ed. Campus: Rio de Janeiro, Brasil, 2004.

CAPÍTULO 11

TÉCNICAS QUANTITATIVAS DE PREVISÃO DE DEMANDA: UM ESTUDO DE CASO EM UM ESTABELECIMENTO COMERCIAL

Vander Luiz Da Silva
Thamara Martim
Andressa Maria Corrêa
Camila Maria Uller
Rony Peterson da Rocha

Resumo: A previsão de demanda desempenha um importante papel nas organizações, principalmente nas áreas de finanças, produção, recursos humanos e vendas. No processo de previsão são utilizadas diversas técnicas, classificadas em quantitativas (envolvem a análise numérica de dados históricos) e qualitativas (privilegiam dados subjetivos e difíceis de serem representados numericamente). O presente estudo teve como objetivos apresentar as principais técnicas quantitativas de previsão de demanda, e analisar a aplicação de algumas dessas técnicas, em um estabelecimento comercial localizado no município de Araruna/PR. Foram analisados os dados históricos de faturamento, oriundos de registros trimestrais de faturamento, correspondentes ao período de janeiro de 2011 a dezembro de 2013. Em seguida, a partir da análise do comportamento desses dados, por meio da plotagem de gráficos, pode-se identificar as técnicas que melhor se aplicam ao estudo. Por fim, realizou-se um comparativo entre as técnicas utilizadas por meio da análise do Desvio Médio Absoluto (MAD). Entre as técnicas de previsão, constatou-se que a equação linear para tendência e o ajustamento exponencial para tendência assumem melhor aplicabilidade no estudo, tendo em vista que os dados reais de faturamento se caracterizam pelo crescimento gradual, com o decorrer dos trimestres. Realizando um comparativo entre as duas técnicas aplicadas, por meio da determinação do MAD, observou-se que o ajustamento exponencial para tendência é a técnica mais indicada na previsão, pois assumiu menor índice de erro.

Palavras chave: Planejamento da produção, Técnicas quantitativas, Ajustamento exponencial para tendência.

1. INTRODUÇÃO

Entre as áreas da Engenharia de Produção (EP), estabelecidas pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008), uma importante área é a Engenharia de Operações e Processos da Produção. Essa área visa tratar de projetos, operações e melhorias dos sistemas de produção, e engloba diferentes subáreas, como o Planejamento e Controle da Produção (PCP).

O PCP é um departamento de apoio responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de forma a atender, da melhor maneira, os planos estabelecidos em níveis estratégico, tático e operacional (SANTOS; VICTOR; SILVA, 2010).

No nível estratégico são definidas as políticas estratégicas da empresa, a longo prazo. Esse planejamento consiste em estabelecer um plano de produção, a partir das estimativas de vendas e disponibilidade de recursos produtivos (MELO; VILLAR; SEVERIANO, 2006). Por outro lado, no nível tático são estabelecidos os planos de médio prazo para a produção, cujo PCP elabora o Plano Mestre de Produção (PMP). Já no nível operacional são preparados os programas produtivos a curto prazo, envolvendo a programação da produção, gestão de estoques, sequenciamento do processo e, emissão e liberação de ordens de compras, fabricação e montagem (TUBINO, 2009).

No PCP, a previsão de demanda é utilizada em dois momentos distintos, no planejamento de um sistema produtivo (as previsões são empregadas na elaboração do plano de produção, definindo que bens ou serviços oferecer ao mercado, de que instalações e equipamentos dispor e em que nível da atividade atuar), e no planejamento do uso de um sistema (as previsões são utilizadas no planejamento mestre e na programação da produção, definindo os planos de produção, a armazenagem e o sequenciamento das atividades produtivas) (TUBINO, 2009).

Segundo Pellegrini e Fogliatto, (2001), a previsão de demanda desempenha um importante papel nas organizações, principalmente em áreas de finanças, produção, recursos humanos e vendas, e auxilia no gerenciamento de processos produtivos. Tubino (2009) considera a previsão de demanda uma variável indispensável na definição de um sistema de produção, uma vez que possibilita aos administradores uma melhor visão do futuro, contribuindo com o planejamento adequado de funções deste sistema.

O presente estudo teve como objetivos apresentar as principais técnicas quantitativas de previsão de demanda, e analisar a aplicação de algumas dessas técnicas em um estabelecimento comercial, localizado no município de Araruna/PR.

O artigo está estruturado em cinco seções. Primeiramente a pesquisa é contextualizada e o seu objetivo é apresentado. Em seguida, a previsão de demanda é conceituada e, as etapas que compõem um modelo de previsão e as técnicas quantitativas de previsão de demanda são detalhadas. Na terceira e quarta seção, respectivamente, apresentam-se a metodologia e os resultados obtidos. Por fim, encontram-se as considerações finais.

2. PREVISÃO DE DEMANDA

Uma previsão refere-se a um prognóstico de eventos futuros, destinada principalmente aos fins de planejamento (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009). Martins e Laugeni (2005) definem previsão de demanda como um processo metodológico para determinação de dados futuros, envolvendo o emprego de modelos matemáticos, estatísticos ou subjetivos. Conforme esses autores, as previsões podem ser de curto prazo (até 3 meses), médio prazo (até 2 anos) ou longo prazo (acima de 2 anos).
Vieira, Elias e Nunes (2010) relatam que o conhecimento da demanda evita consequências indesejáveis às empresas. Para Lustosa *et al*. (2008), a complexidade da previsão pode ser significativamente notória, pois incertezas no mercado consumidor propaga-se a montante das cadeias de suprimentos, ou seja, a partir do momento que um distribuidor observa mudanças nos pedidos de clientes, ocorre também modificações nos pedidos do fabricante (produtos acabados) e fornecedores (matéria-prima e componentes).

2.1 ETAPAS DE UM MODELO DE PREVISÃO

A escolha de um modelo de previsão está relacionada à disponibilidade de dados históricos, à disponibilidade de recursos computacionais, à experiência na aplicação da técnica, à disponibilidade de tempo para obtenção dos resultados e ao planejamento na previsão (FUSCO; SACOMANO, 2007). De

acordo com Tubino (2009), um modelo de previsão é composto pelas seguintes etapas:

- Objetivo do modelo: é definido o motivo pelo qual será realizada a previsão;
- Coleta e análise de dados: identificam-se as técnicas que melhor se aplicam à previsão;
- Seleção da técnica da previsão: decide-se a técnica mais apropriada para o caso;
- Obtenção das previsões: obtêm-se as projeções futuras;
- Monitoramento do modelo: monitora-se a extensão do erro, a partir da relação entre demanda real e a prevista

.

2.2 TÉCNICAS QUANTITATIVAS DE PREVISÃO

As técnicas quantitativas de previsão de demanda envolvem a análise numérica de dados históricos, isentas de opiniões pessoais (FUSCO; SACOMANO, 2007). Essas técnicas podem ser classificadas em dois grupos, previsões baseadas em séries temporais e previsões baseadas em correlações (TUBINO, 2009).

2.2.1 PREVISÕES BASEADAS EM SÉRIES TEMPORAIS

Nessas previsões, a demanda futura será uma projeção dos valores passados, não sofrendo influência de outras variáveis. Por meio de gráficos da demanda, a curva temporal pode conter tendência (movimento gradual de longo prazo), sazonalidade (variações cíclicas de curto prazo, relacionadas ao fator tempo), variações irregulares (são alterações na demanda, oriundas de fatores externos) ou variações randômicas (consistem nas oscilações aleatórias da demanda) (TUBINO, 2009). Tais previsões envolvem técnicas para previsão da média, tendência ou sazonalidade.

2.2.1.1 TÉCNICAS PARA PREVISÃO DA MÉDIA

Entre as técnicas para previsão da média, apresentam-se a média móvel simples, a média móvel ponderada e a média exponencial móvel.

2.2.1.1.1 MÉDIA MÓVEL SIMPLES

A técnica da média móvel simples considera o somatório de dados da demanda real de *n* períodos anteriores, como descreve a equação (1) (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). De acordo com Tubino (2009), cada novo período de previsão substitui um dado mais antigo pelo mais recente.

$$Mms_n = \frac{\sum_{i=1}^{n} Di}{n} \quad (1)$$

Onde: $M_{ms,n}$: média móvel simples de *n* períodos; D_i: demanda ocorrida no período i; *n*: número de períodos; i: índice do período.

2.2.1.1.2 MÉDIA MÓVEL PONDERADA

Diferentemente da média móvel simples que atribui um fator igual para cada componente da série de dados, a média móvel ponderada permite que cada componente seja multiplicado por um fator específico, tendo o somatório de todos os fatores igual a um (MARK; NICHOLAS; RICHARD, 2001). A previsão da média móvel ponderada é determinada por meio da equação (2).

$$Mmp_n = \frac{\sum_{i=1}^{n} Di \,.\, Wi}{n} \quad (2)$$

Onde: $M_{mp,n}$: média móvel ponderada de *n* períodos; D_i: demanda ocorrida no período i; *n*: número de períodos; i: índice do período; e W_i: fator atribuído ao período i.

2.2.1.1.3 MÉDIA EXPONENCIAL MÓVEL

Nesta técnica, a última previsão é determinada com base na previsão anterior, incluindo o acréscimo do erro acometido e devidamente corrigido por um coeficiente de ponderação ( ) (TUBINO, 2009). De acordo com Mark, Nicholas e Richard (2001) este método é amplamente utilizado para pedidos de inventário nas empresas de varejo, nas companhias atacadistas e outras operações de serviços. O mesmo é expresso pela equação (3).

$$M_t = M_{t-1} + \alpha(D_{t-1} - M_{t-1}) \ (3)$$

Onde: M_t: previsão para o período t; M_{t-1}: previsão para o período t-1; α: coeficiente de ponderação; D_{t-1}: demanda do período t-1.

Segundo Tubino (2009), o coeficiente de ponderação (α) pode variar de 0 a 1, em que, quanto maior for o seu valor, mais rapidamente o modelo de previsão reagirá a uma oscilação real da demanda.

2.2.1.2 TÉCNICAS PARA PREVISÃO DA TENDÊNCIA

A tendência refere-se ao movimento gradual de longo prazo da demanda (TUBINO, 2009). Entre as técnicas para previsão da tendência, apresentam-se a equação linear para tendência e o ajustamento exponencial para tendência.

2.2.1.2.1 EQUAÇÃO LINEAR PARA TENDÊNCIA

"A análise de regressão linear é utilizada para definir um relacionamento funcional entre duas ou mais variáveis correlacionadas" (MARK; NICHOLAS; RICHARD, 2001, p. 228). A equação linear para tendência é expressa pela equação (4).

$$Y = a + bX \ (4)$$

Empregando os dados históricos da demanda, os coeficientes a e b podem ser obtidos por meio das equações (5) e (6), respectivamente.

$$a = \frac{(\sum Y) - b(\sum X)}{n} \ (5)$$

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X).(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)\text{^}2} \ (6)$$

Onde: Y: previsão de demanda para o período X; a: ordenada à origem; b: coeficiente angular; X: período para previsão; n: número de períodos.

2.2.1.2.2 AJUSTAMENTO EXPONENCIAL PARA TENDÊNCIA

O ajustamento exponencial para tendência ou duplo ajustamento é utilizado quando os dados apresentam uma tendência (MARTINS; LAUGENI, 2005), e consiste em realizar a previsão com base em dois fatores, a previsão da média exponencial móvel da demanda e a estimativa exponencial da tendência, como apresenta a equação (7) (TUBINO, 2009).

$$P_{t+1} = M_t + T_t \ (7)$$

Sendo que M_t e T_t são obtidos pelas equações (8) e (9), respectivamente.

$$M_t = P_t + \alpha_1(D_t - P_t) \ (8)$$

$$T_t = T_{t-1} + \alpha_2 \left((P_t - P_{t-1}) - T_{t-1}\right) \ (9)$$

Onde: P_{t+1}: previsão da demanda para o período t+1; P_t: previsão da demanda para o período t; P_{t-1}: previsão da demanda para o período t-1; M_t: previsão média exponencial móvel da demanda para o período t; T_t: previsão da tendência para o período t; T_{t-1}: previsão da tendência para o período t-1; α_1: coeficiente de ponderação da média; α_2: coeficiente de ponderação da tendência; D_t: demanda do período t.

2.2.1.3 TÉCNICAS PARA PREVISÃO DA SAZONALIDADE

"A sazonalidade caracteriza-se pela ocorrência de variações, para cima e para baixo em intervalos regulares nas séries temporais da demanda" (TUBINO, 2009, p. 26). Entre as técnicas para previsão da sazonalidade, apresenta-se a sazonalidade simples.

2.2.1.3.1 SAZONALIDADE SIMPLES

Segundo Tubino (2009), a sazonalidade simples consiste na obtenção de um índice de sazonalidade para cada um dos períodos da série, a partir da divisão do valor da demanda no período pela média centralizada. Em seguida, aplica-se o índice obtido sobre a previsão da média em cada período.

2.2.2 PREVISÕES BASEADAS EM CORRELAÇÃO

Essas previsões se propõem a prever a demanda de um determinado produto com base na previsão de outra variável que esteja de certa forma relacionada ao mesmo produto (TUBINO, 2009). O estudo da correlação permite que seja analisada a relação existente entre uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes (LUSTOSA *et al.*, 2008), isto, por meio do coeficiente de correlação (r) que é determinado pela equação 10.

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X) * (\sum Y)}{\sqrt{n(\sum X^2) - (\sum X)\text{^}2} - \sqrt{n(\sum Y^2) - (\sum Y)\text{^}2}} \quad (10$$

Onde: r: coeficiente de correlação.

Segundo Martins e Laugeni (2006) um coeficiente de correlação pode ser positivo (indica uma reta ascedente) ou negativo (indica uma reta descendente), variando no intervalo de +1 a -1. Para Tubino (2009), se o coeficiente encontrado estiver próximo de zero, conclui-se que não existe correlação entre as variáveis analisadas.

2.3 ANÁLISE DO ERRO DA PREVISÃO

O Desvio Médio Absoluto (MAD) é utilizado para descrever o grau de erro admitido na previsão de demanda (MARK; NICHOLAS; RICHARD, 2001). O MAD é determinado pela diferença entre a demanda real e a prevista, em um dado período, como apresenta a equação (11) (TUBINO, 2009).

$$MAD = \frac{\sum |\, D_{real} - D_{prevista} \,|}{n} \quad (11)$$

3. METODOLOGIA

O método de abordagem utilizado no levantamento de técnicas de previsão foi o qualitativo, enquanto que na aplicação das técnicas, o quantitativo. A pesquisa classifica-se, quanto aos fins, como descritiva e explicativa, e quanto aos meios, como bibliográfica, documental e estudo de caso.

Para realização do estudo foram analisados os dados de faturamento, oriundos de registros trimestrais de um estabelecimento comercial, correspondentes ao período de janeiro de 2011 a dezembro de 2013.

Em seguida identificaram-se as técnicas de previsão de demanda que melhor se aplicam ao estudo, a partir da análise do comportamento dos dados reais de faturamento. Por meio das equações (5) e (6), aplicadas na equação (4) foram determinados os valores de faturamento previsto pela técnica da equação linear para tendência. Já por meio das equações (8) e (9), aplicadas na equação (7), obteve-se os valores de previsão pela técnica de ajustamento exponencial para tendência.

Por fim, realizou-se um comparativo entre as técnicas utilizadas, a partir da relação entre o faturamento real e o previsto, e a análise do MAD. Os resultados obtidos são discutidos na próxima seção do artigo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi realizado em um estabelecimento comercial (mercado) localizado no estado do Paraná. O mesmo possui cerca de 10 funcionários, distribuídos entre as atividades de atendimento aos clientes, manutenção e gerenciamento de estoques, e processos administrativos. A Tabela 1 apresenta o faturamento do estabelecimento, em cada trimestre, ao longo de três anos.

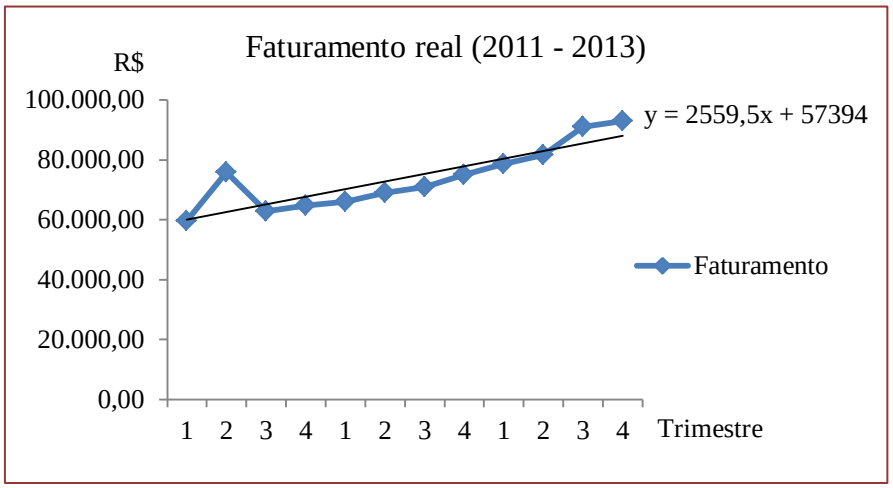
Tabela 1 – Faturamento real do estabelecimento, por trimestre, de janeiro de 2011 a dezembro de 2013

Ano	Faturamento (R$)			
	1º Trimestre	2º Trimestre	3º Trimestre	4º Trimestre
2011	59.660,00	75.900,00	62.800,00	64.800,00
2012	66.000,00	69.000,00	71.000,00	75.000,00
2013	78.650,00	81.660,00	90.900,00	93.000,00

Fonte: Dados cedidos pelo estabelecimento (2014)

Com o intuito de identificar as técnicas quantitativas de previsão mais apropriadas à situação (técnicas para previsão da média, técnicas para previsão da tendência ou técnicas para previsão da sazonalidade), esboçou-se um gráfico de linhas, utilizando os dados descritos na Tabela 1, como apresenta a Figura 1.

Figura 1 – Faturamento real do estabelecimento, por trimestre



Fonte: Elaborado pelos autores (2014), a partir de dados cedidos pelo estabelecimento

Nota-se que apesar dos dados serem distintos, a linha de tendência assume crescimento gradual no decorrer de cada trimestre. Sendo assim, as técnicas para previsão de tendência são as mais indicadas para a análise, sendo elas a equação linear para tendência e o ajustamento exponencial para tendência.

Este aumento no faturamento pode ter ocorrido devido aos aumentos nos custos dos produtos, ou ao aumento de clientes e consequentemente de quantidades vendidas, portanto, para se identificar o motivo do aumento no faturamento pode ser realizado um estudo posterior.

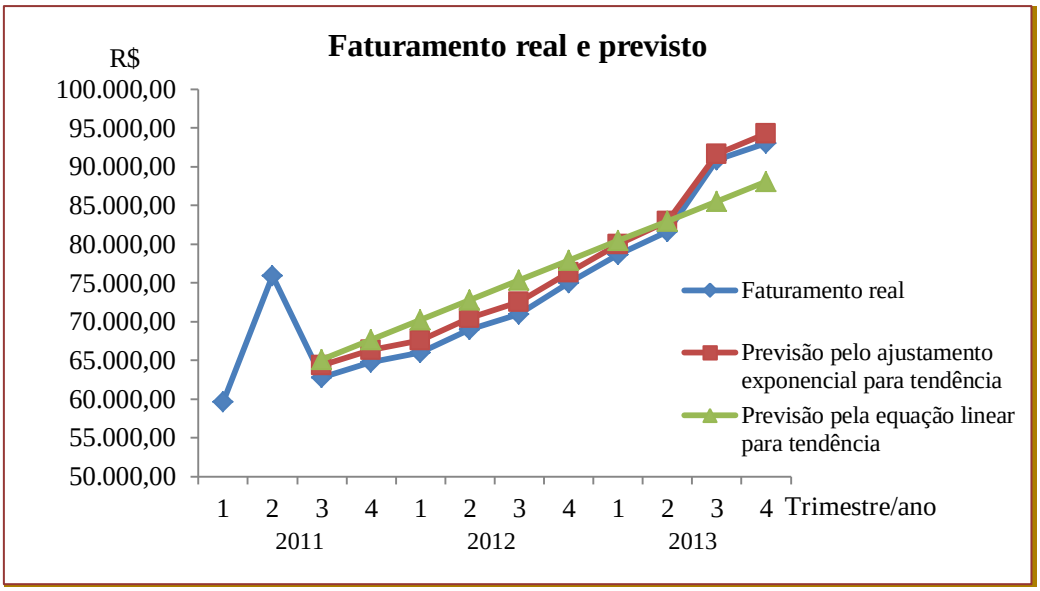
Na previsão do faturamento, por trimestre, considerando as técnicas de equação linear para tendência e ajustamento exponecial para tendência foram obtidas diferentes projeções, como apresenta a Tabela 2.

Tabela 2 – Previsão de faturamento para os próximos trimestre, utilizando as técnicas equação linear para tendência e ajustamento exponencial para tendência

Trimestre/Ano	Faturamento real	Faturamento previsto	
		Ajustamento exponencial para tendência	Equação linear para tendência
1/2011	59.660,00	-	-
2/2011	75.900,00	-	-
3/2011	62.800,00	64.370,00	65.072,67
4/2011	64.800,00	66.327,00	67.632,14
1/2012	66.000,00	67.598,40	70.191,62
2/2012	69.000,00	70.428,81	72.751,10
3/2012	71.000,00	72.497,84	75.310,57
4/2012	75.000,00	76.299,03	77.870,05
1/2013	78.650,00	79.939,12	80.429,52
2/2013	81.660,00	82.988,62	82.989,00
3/2013	90.900,00	91.592,36	85.548,47
4/2013	93.000,00	94.263,62	88.107,95

Visando facilitar a análise dos resultados, associaram-se os dados de faturamento real com os dados de faturamento previsto, em cada trimestre, obtidos por meio das técnicas de equação linear para tendência e ajustamento exponencial para tendência (Figura 2).

Figura 2 – Comparativo entre o faturamento real e o previsto pelas técnicas de equação linear para tendência e ajustamento exponencial para tendência, por trimestre, ao longo de três anos



É notório que o faturamento previsto pela técnica de ajustamento exponencial para tendência apresenta melhor precisão, se comparado com a equação linear para tendência, contudo, visando a validação dos resultados e a identificação da técnica mais adequada ao estudo, foram determinados os erros acometidos na previsão e analisado o Desvio Médio Absoluto (MAD) (Tabela 3).

Tabela 3 – Desvio absoluto médio (MAD) acometido em cada técnica de previsão

Técnica quantitativa	MAD
Ajustamento exponencial para tendência	1.349,48
Equação linear para tendência	1.309,31

Por meio dos valores do MAD expostos na Tabela 3, podemos observar que a equação linear para tendência aponta um erro menor do que a técnica de ajustamento exponencial para tendência. Portanto a técnica que mais se adequa aos dados e que deve ser considerada como melhor previsão deve ser a técnica de equação linear para tendência.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas são as técnicas destinadas à previsão de demanda, no estudo, as aplicadas correspondem a equação linear para tendência e o ajustamento exponencial para tendência, pois, apresentaram melhor aplicabilidade.

Tendo em vista que as técnicas utilizadas demonstram valores aceitáveis de erro, se comparado aos dados reais de faturamento, as mesmas podem ser empregadas para

previsões, permitindo que o proprietário do estabelecimento comercial adote medidas preventivas, caso haja queda no faturamento, ou, medidas estratégicas, a fim de manter o faturamento em constante crescimento, isto por meio da melhor gestão de estoques, por exemplo, uma vez que o elevado nível de estoques implica em maiores custos de manutenção e, consequentemente, exerce influencia sobre o faturamento.

Com a análise comparativa entre as duas técnicas empregadas em previsões, merece destaque a de ajustamento exponencial para tendência, pois proporcionou resultados mais próximos do faturamento real, admitindo-se menores índices de erro.

Os resultados obtidos foram satisfatórios e a analise da aplicação de técnicas de previsão demonstrou que a técnica de ajustamento exponencial para tendência, e equação linear para tendência são ideais às situações cujos dados históricos se caracterizam pelo crescimento gradual, em um período de tempo.

Ressalta-se que outros estudos podem ser realizados no estabelecimento comercial, utilizando tais técnicas, como a previsão de demanda de certo produto que exige maiores investimentos, por parte do proprietário.

REFERÊNCIAS

[1]. ABEPRO - Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Áreas e subáreas de Engenharia de Produção, 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/>. Acesso em: 15 ago. 2015.

[2]. FUSCO, J. P. A.; SACOMANO, J. B. Operações e gestão estratégica da produção.São Paulo: Arte e Ciência, 2007.

[3]. KRAJEWSKI, L. J. RITZMAN, L. P.; MALHOTRA, M. K. Administração de operação e produção. 8., ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

[4]. LUSTOSA, L.;MESQUITA, M. A.;QUELHAS, O.;OLIVEIRA, R. Planejamento e controle da produção. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

[5]. MARK, M. D.; NICHOLAS, J. A.; RICHARD, B. C. Fundamentos da administração da produção. 3., ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001.

[6]. MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. Administração da produção. 2., ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

[7]. MELO. J. F. M.; VILLAR. A. M.; SEVERINO FILHO. C. O posicionamento do Planejamento e Controle da Produção – PCP em uma indústria alimentícia. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2006, Bauru. Anais ... Bauru: 2006.

[8]. PELLEGRINI, F. R.; FOGLIATTO, F. S. Passos para implantação de sistemas de previsão de demanda: Técnicas e estudo de caso. Revista Produção, Rio de janeiro, v. 11, n. 1, p. 43-64, 2001.

[9]. SANTOS, J. G.; VICTOR, D. L.; SILVA, S. S. F. Planejamento e controle da produção: um estudo de caso em uma indústria de calçados de Campina Grande. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), 20., 2010. São Paulo. Anais... São Paulo: ABEPRO, 2010.

[10]. SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 3., ed. São Paulo: Atlas, 2009.

[11]. TUBINO, D. F. Planejamento e controle da produção: teoria e prática. 2., ed. São Paulo: Atlas, 2009.

[12]. VIEIRA, B. M.; ELIAS, S. J. B.; NUNES, F. R. M. Previsão de demandas em uma confecção de roupa íntima feminina: estudo de caso. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGISTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS (SIMPOI), 13., 2010, São Paulo. Anais... São Paulo: 2010.

CAPÍTULO 12

A IMPORTÂNCIA DA ELABORAÇÃO DE INVENTÁRIOS DE GASES DE EFEITO ESTUFA PARA EVITAR O AQUECIMENTO GLOBAL. ANÁLISE DAS INICIATIVAS INTERNACIONAIS E NACIONAIS.

Cláudia Virgínia M. de Freitas

Resumo: Este trabalho teve como objetivo apresentar as iniciativas existentes referentes à elaboração de inventários de gases de efeito estufa (GEE), em nível internacional e nacional (Brasil). Tais inventários são fundamentais para que as organizações conheçam suas emissões, busquem alternativas para sua redução e, desta forma, contribuam para que o país atinja suas metas de redução de gás de efeito estufa. Os inventários estão previstos na Convenção do Clima da ONU, a UNFCCC, sendo que seu relato é obrigatório aos países desenvolvidos signatários da referida Convenção. Foram consideradas as iniciativas internacionais tanto no âmbito da UNFCCC como outros programas reconhecidos e utilizados pelas corporações. Para o nível nacional foi analisada a regulamentação que menciona o assunto, a política nacional sobre mudança do clima (PNMC), bem como iniciativas voluntárias, como o Programa Brasileiro GHG Protocol. A metodologia utilizada foi avaliação dos principais documentos disponíveis nos sites da Convenção do Clima e dos programas analisados, além da legislação brasileira sobre o tema.

Palavra chave: gases de efeito estufa, inventário, mudanças do clima.

1. INTRODUÇÃO

A partir da revolução industrial tem ocorrido diversas ações antrópicas na Terra. Algumas destas ações levaram às alterações climáticas, que podem acarretar o aquecimento global. Desde o final do século passado tem ocorrido debates sobre esta preocupação já que esta está diretamente relacionada à deterioração do meio ambiente, principalmente devido aos incêndios florestais, queima de combustíveis fósseis e atividades industriais. Estes eventos geram emissão de gases de efeito estufa (GEE).

Estes gases têm a propriedade de dificultar a saída da radiação solar para a atmosfera.

Para tratar deste tema tão importante e estudar formas de reduzir o potencial de aquecimento global foi estabelecida a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, também conhecida pela sigla em inglês UNFCCC para *United Nations Framework Convention on Climate Change* ou Convenção do Clima. Esta convenção foi aberta para assinaturas em 1992 durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a Rio-92.

Por ser uma convenção internacional, os diversos países têm um tempo para aderir, assim a referida convenção entrou em vigor em 21/03/1994. Atualmente a adesão é considerada "universal", pois 197 países a ratificaram. Os países membros também são chamados de Partes. Anualmente a convenção realiza reuniões de negociações, as Conferências das Partes (CoP, da sigla em inglês para *Conference of the Parties*). O Brasil é uma das Partes, tendo assinado sua adesão durante a Rio-92.

Até o ano de 2016 foram realizadas 22 conferências. Em cada encontro são decididos e publicados acordos internacionais e compromissos acordados entre as partes.

O Protocolo de Quioto, firmado na CoP3 ocorrida em 1997 no Japão é considerado um dos acordos mais relevantes sobre o tema. Seu enfoque abrange os compromissos para a redução dos gases de efeito estufa e a forma de relatar esta redução. Na ocasião somente os países desenvolvidos tinham responsabilidades de reduzir e relatar suas reduções. A partir daí foram realizadas diversas iniciativas de redução, porém, como alguns países desenvolvidos não aderiram, as iniciativas para diminuir o aquecimento global foram consideradas aquém do esperado pela Convenção do Clima.

As negociações foram evoluindo visando, principalmente, atender ao estabelecido na CoP15, no Acordo de Copenhague: todos os países, inclusive os em desenvolvimento, devem atender ao objetivo de se limitar o aumento de temperatura da superfície da terra em 2°C até o ano de 2100. Para tanto as partes iriam apresentar, até a CoP21, em 2015, suas metas de redução de emissões de gases de efeito estufa, também conhecidas como contribuições nacionalmente determinadas (NDC, sigla em inglês para *nationally determined contributions*). Esta decisão foi oficializada no Acordo de Paris.

Para atender suas metas é necessário que os países conheçam e contabilizem suas emissões. Daí a importância dos inventários de emissões dos gases de efeito estufa. Este artigo apresenta um breve histórico sobre o tema e como o Brasil está tratando deste assunto.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Convenção do Clima, define aquecimento global como o aumento gradual e progressivo da temperatura da superfície da terra, devido principalmente ao efeito estufa, o grande responsável por mudanças nos padrões climáticos globais. De acordo com o Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC, da sigla em inglês para *Intergovernmental Panel on Climate Change*), as alterações no clima ocorrem por diversos motivos. A intensidade de variação de temperatura verificada nos últimos anos é decorrência da atividade humana, principalmente pelo lançamento dos gases de efeito estufa na atmosfera.

Os principais responsáveis pelo aquecimento global e, portanto, pelas alterações no clima, são as emissões dos gases de efeito estufa.

Efeito estufa (UNFCCC) é a captura e acúmulo de calor na atmosfera (troposfera) próximo da superfície da terra. Parte do calor volta para o espaço e é absorvido pelo vapor de água, dióxido de carbono, ozônio e outros gases na atmosfera e é lançado de volta para a superfície terrestre. O aumento das concentrações atmosféricas desses gases de efeito estufa eleva a temperatura média da atmosfera de forma gradual.

Gases de efeito estufa (GEE) são definidos como os constituintes gasosos da atmosfera, naturais e antrópicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha.

Para se contabilizar o quanto estão lançando à atmosfera, os países desenvolveram inventários de emissões de gases de efeito estufa.

Além de ser um debate recorrente nas negociações nas conferências anuais sobre mudanças do clima, os inventários de emissão de GEE estão previstos em diversas iniciativas, tanto regulatórias como voluntárias.

O Brasil promulgou a Lei nº 12.187 em 29/12/2009, que institui a política nacional sobre mudança do clima (PNMC). Seu artigo 6º estabelece os instrumentos da PNMC e, entre estes, estão os inventários de emissões de GEE (alínea XIII).

O Decreto nº 7.390, de 09/12/2010 regulamenta artigos da lei que instituiu a PNMC e prevê a publicação das "Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil". Estas são organizadas pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações – MCTIC.

Quanto às iniciativas voluntárias, tem-se o Programa Brasileiro GHG Protocol, no qual as instituições informam anualmente suas emissões baseadas em um modelo de inventário.

Em setembro de 2015 o governo brasileiro anunciou sua contribuição para o acordo global do clima (REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL... 2015). O Brasil se comprometeu a assumir uma meta absoluta de redução de 37% das emissões de gases causadores do efeito estufa até 2025, com base no ano de 2005. Para atingir esta meta é fundamental ter o conhecimento e registro das emissões de gases de efeito estufa produzidas no país.

3. METODOLOGIA

Trata-se de pesquisa básica, qualitativa e de caráter exploratório. Este trabalho baseia-se na análise crítica de documentação referente às convenções do clima cujos resultados são publicados em seu site (www.unfccc.int) e às iniciativas de elaboração e publicação de inventários de emissões de gases de efeito estufa.

Também foram consultados artigos científicos referentes às mudanças do clima e, em especial, os referentes a inventários de emissão de gases de efeito estufa, além da legislação nacional sobre este mesmo tema.

A partir do material analisado é apresentado um breve histórico sobre as decisões das conferências das partes que trataram do relato de emissões de GEE e como o Brasil vem atuando para organizar os dados sobre este assunto.

4. DISCUSSÃO E RESULTADOS

Com o Acordo de Paris, os países signatários da Convenção do Clima se comprometeram a estabelecer metas de redução de emissões de GEE, também conhecidas pela sigla NDC, contribuições nacionalmente determinadas (do inglês *nationally determined contribution*). Assim, todos os países, desenvolvidos e em desenvolvimento, devem implementar e propor medidas e ações para atingir suas metas.

Foi considerado o princípio das responsabilidades comuns porém diferenciadas, já previsto no Protocolo de Quioto, que é a distinção entre países mais e menos desenvolvidos. Segundo Granziera e Rei (2015) este princípio é um dos pilares centrais do regime climático internacional, pois confere três importantes critérios, a saber: (1) a responsabilidade, requer que os países mais emissores assumam a liderança no combate ao aquecimento global; (2) a capacidade, os esforços devem ser proporcionais às condições internas de cada país, como riqueza e estabilidades econômica e política; e (3) a necessidade, na qual deve ser respeitado o direito ao desenvolvimento.

As partes devem submeter periodicamente relatórios sobre o cumprimento das metas. O objetivo de longo prazo é aumentar a capacidade de adaptação à economia de baixo carbono e manter o estabelecido na Conferência de Copenhague (CoP15), ou seja, estabilizar a temperatura da terra abaixo de 2°C até o final deste século.

Para tanto, será necessário implementar procedimentos de monitoramento, relato e verificação (MRV), planos de adaptação, mecanismos de mercado de emissões e apoio financeiro. Os inventários de emissão de gases de efeito estufa são a base para o relato e monitoramento. A partir dos inventários e de sua verificação por uma terceira parte, para validar os dados, será

possível conhecer e atuar para a redução de emissões de GEE.

Segundo Santos (2016)

o passo inicial para adoção de uma estratégia de redução de emissões de GEE deve ser dado na direção de investir em métodos pelos quais se conheça o nível de emissões. Devem ser identificadas oportunidades de redução e as instituições devem se preparar para o cumprimento de regulamentações que determinam a restrição de emissões. Esses regulamentos, acordos, como o assinado na COP-21, podem fazer as expectativas se tornarem realidade.

Ainda segundo Santos (2016), as organizações estão se estruturando e se mobilizando para atender a nova economia de baixo carbono, estando mais preocupadas com a medição, monitoramento, relato e avaliação das suas emissões de GEE. Por este motivo a decisão de mensurar as emissões de GEE configura-se uma tendência mundial. Em âmbito internacional, percebe-se que cresce o número de organizações que adotam ações de redução de emissões de GEE e empreendem esforços para evidenciar essas ações aos seus *stakeholders*, pela quantificação dos dados e relato por meio dos inventários de GEE.

O Brasil já conta com algumas iniciativas voluntárias de contabilização. Este artigo apresenta um breve histórico sobre os inventários e como o Brasil está tratando do assunto.

4.1 BREVE HISTÓRICO DOS INVENTÁRIOS DE GASES DE EFEITO ESTUFA

A forma de monitorar, verificar e relatar, também conhecida pela sigla MRV, é tema recorrente nas Conferências das Partes. A seguir apresenta-se um sumário das CoPs que trataram mais detalhadamente deste assunto.

Na CoP3 foi firmado o protocolo de Quioto, que prevê que os países desenvolvidos (relacionados no Anexo I da Convenção do Clima) devem assegurar que suas emissões gases de efeito estufa, expressas em dióxido de carbono equivalente (vide Apêndice A) não excedam suas quantidades atribuídas, calculadas em conformidade com seus compromissos quantificados de limitação e redução (Protocolo de Quioto artigo 3). No artigo 7 está previsto o inventário anual de emissões de GEE e no artigo 10 (a) a necessidade de programas nacionais e regionais, quando for o caso, para melhorar a contabilização e utilização de metodologias comparáveis.

Na CoP7, realizada no ano de 2001 em Marraquexe, foram definidas regras para elaboração de inventário nacional de emissões. Já na CoP14, que ocorreu na cidade de Poznan, na Polônia, em 2008, os países em desenvolvimento Brasil, África do Sul, Índia e China formalizaram seu interesse em assumir compromissos de redução das emissões. Neste sentido o Brasil, em 2009 promulgou sua política nacional sobre mudança do clima, que será comentada no próximo item deste artigo.

Na CoP15, em Copenhague no ano de 2009, foi ratificado o compromisso de se limitar o aumento de temperatura média global da superfície terrestre em 2°C em relação aos níveis pré-industriais. Também nesta conferência deu-se a motivação para que cada país definisse e adotasse metas de redução de emissão de gases de efeito estufa (NDC).

Os inventários de emissão de gases de efeito estufa têm um papel fundamental na medição e estudos comparação das NDCS.

De acordo com os artigos 4 e 12 da convenção do clima, os países signatários devem submeter seus inventários nacionais de emissões de gases de efeito estufa. estes são feitos de acordo com as diretrizes da unfccc para relato de inventários.

Os países desenvolvidos (anexo I) devem enviar seus dados anualmente e os países em desenvolvimento (não anexo I) encaminhar as comunicações nacionais. as comunicações nacionais são instrumentos requeridos pela convenção que incluem a divulgação de diversas iniciativas no combate ao aquecimento global.

As informações relatadas e submetidas à unfccc contêm estimativas das emissões dos gases de efeito estufa.

Quadro 1: Gases de efeito estufa e suas principais fontes de emissão.

GEE Nome	Fórmula	Principais fontes de emissão
Dióxido de carbono	CO_2	Uso de combustíveis fósseis, deflorestamento e alteração dos usos do solo.
Metano	CH_4	Produção e consumo de energia, incluindo biomassa, atividades agrícolas, aterros sanitários e águas residuais.
Óxido nitroso	N_2O	Uso de fertilizantes, produção de ácidos e queima de biomassa e de combustíveis fósseis.
Hexafluoreto de enxofre	SF_6	Indústria, refrigeração, aerossóis, propulsores, espumas expandidas e solventes.
Hidrofluorcarbonos	HFCs	Indústria, refrigeração, aerossóis, propulsores, espumas expandidas e solventes.
Perfluorcarbonos	PFCs	Indústria, refrigeração, aerossóis, propulsores, espumas expandidas e solventes.
Trifluoreto de nitrogênio	NF_3	Indústria de semicondutores e fotovoltaica.

Fonte: Adaptado de Albuquerque (2012)

A UNFCCC publica periodicamente relatórios com as emissões de GEE separadas por países Anexo I e não Anexo I. O ano-base é 1990 e a versão mais recente disponível no site da Convenção apresenta os dados até o ano de 2015.

A tabela 1 apresenta um resumo das emissões no período para os países desenvolvidos (Anexo I).

Tabela 1- Quantidade de emissões de GEE para países desenvolvidos (em $ktCO_2e$)

Emissões de GEE	1990	2000	2015
Sem considerar o setor de mudança do uso da terra e floresta	18.161.341,9	17.166.702,3	16.170.987,4
Considerando o setor mudança do uso da terra e floresta	17.089.145,1	15.561.251,0	14.414.479,7

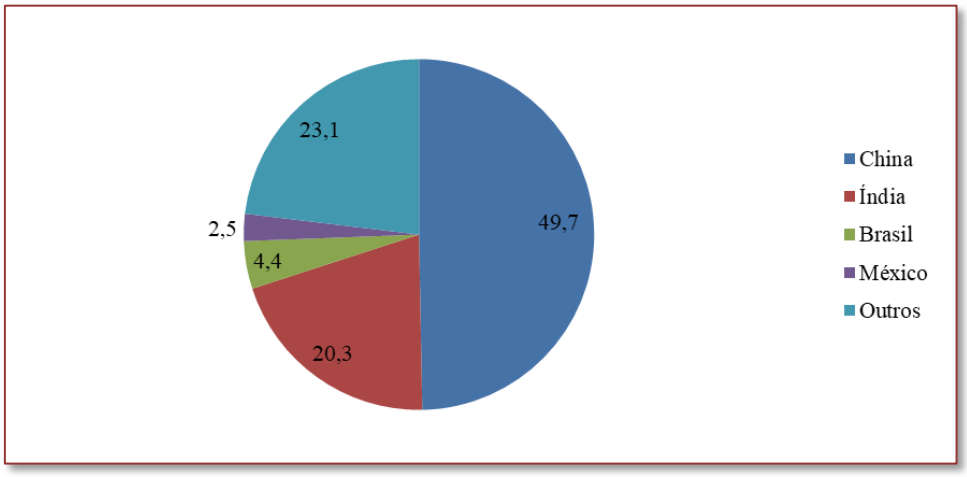
Fonte: Adaptado de UNFCCC – National greenhouse gas inventory data for the period 1990–2015

Percebe-se que já está havendo uma tendência de redução de emissões no decorrer dos anos. A partir da década de 1990 começaram a ser estudadas e implantadas ações para o combate ao aquecimento global e os números da tabela acima apontam para uma continuidade na diminuição de geração de gases de efeito estufa.

Como os países em desenvolvimento ainda não têm o caráter obrigatório de enviar seus relatórios de emissão de gases de efeito, a UNFCCC não consolida os dados com a mesma periodicidade que para os países desenvolvidos. Estão disponíveis os valores de 153 países, entre estes os que mais emitem, China, Índia e Brasil.

Estes são considerados grandes emissores devido à quantidade emitida e também devido à participação no mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL) do Protocolo de Quioto. Trata-se de um mecanismo de negociação de emissões de GEE, no qual os países Anexo I, podem comercializar suas emissões, ou seja, utilizar as reduções certificadas de emissões resultantes de projetos com países em desenvolvimento registrados na UNFCCC, para contribuir com o cumprimento de seus compromissos quantificados de redução de emissões.

Figura 1 – MDL, percentual de participação por país.



Fonte: Adaptado de UNFCCC: Relatório anual do Conselho Executivo do MDL, 2016

A partir do compromisso dos países desenvolvidos em relatar suas emissões à Convenção do Clima, algumas instituições passaram a estruturar e padronizar inventários de emissão e forma de relato e verificação.

A mais conhecida é a *Greenhouse Gas Protocol*, criado originalmente pelo World Resources Institute (WRI) em 1998, que desenvolveu padrões, guias e ferramentas para o gerenciamento e quantificação das emissões de gases de efeito estufa. Diversos países, inclusive o Brasil, criaram seus programas de relato com base nas diretrizes e desta organização.

A ISO, organização internacional de normalização, que tem o objetivo principal de criar normas nos mais diversos setores também aprovou normas referentes aos inventários de GEE.

O quadro 2 apresenta as normas ISO relacionadas aos gases de efeito estufa e seus inventários.

Quadro 2 – Normas ISO sobre gases de efeito estufa e seus inventários

Norma Nº	Título
14.064 -1	Gases de efeito estufa – parte 1: especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa.
14.064-2	Gases de efeito estufa – parte 2: especificação e orientação a projetos para quantificação, monitoramento e elaboração de relatórios das reduções de emissões ou da melhoria das remoções de gases de efeito estufa.
14.064-3	Gases de efeito estufa – Parte 3: Especificação e orientação para a validação e verificação de declarações relativas a gases de efeito estufa.
14.065	Gases de efeito estufa – Requisitos para organismos de validação e verificação de gases de efeito estufa para uso em acreditação e outras formas de reconhecimento.
14.066	Gases de efeito estufa - Requisitos de competência para equipes de validação e equipes de verificação de gases de efeito estufa
14.067	Gases de efeito estufa – Pegada de carbono de produtos – Requisitos e orientações sobre quantificação e comunicação.

Fonte: Da própria autora

4.2 AS INICIATIVAS NACIONAIS DE INVENTÁRIOS DE GASES DE EFEITO ESTUFA

AS COMUNICAÇÕES NACIONAIS

Os inventários de emissões de gases de efeito estufa foram estabelecidos pelas comunicações nacionais (UNFCCC,12.1). Estas comunicações são aplicáveis a todos os países signatários, considerando-se o princípio das responsabilidades comuns mas diferenciadas. Nestas são mencionados os avanços das partes no atendimento aos compromissos assumidos junto às Conferências das Partes na elaboração e atualização dos inventários nacionais de emissões antrópicas por fontes e remoções por sumidouros de todos os gases de efeito estufa.

O Brasil publicou em 2016 a Terceira Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (TCN). Cabe ressaltar a importância de metodologias comparáveis, para que os dados possam ser utilizados em estatísticas nos próprios países e com os demais membros da convenção.

Pelo Acordo de Paris as comunicações nacionais foram estabelecidas visando promover a confiança mútua entre as Partes e fortalecer a transparência e a flexibilidade aos países em desenvolvimento. São feitas sob a forma de relatórios de atualização e avaliação que são passíveis de consulta e análise internacionais.

As comunicações nacionais são atualizadas periodicamente e apresentam o relatório do inventário nacional de emissões de gases de efeito estufa e o progresso na implementação e execução da contribuição nacionalmente determinada.

A LEGISLAÇÃO DO BRASIL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA

A lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009 promulgou Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Nesta estão previstos registros de redução e os inventários de gases de efeito estufa. O artigo 4º, sobre os objetivos, prevê no inciso II a redução das emissões antrópicas de gases de efeito estufa em relação às suas diferentes fontes; já o inciso XII do artigo 6º estabelece entre os instrumentos da PNMC, que registros, inventários, estimativas, avaliações e quaisquer outros estudos de emissões de gases de efeito estufa e de suas fontes, sejam elaborados com base em informações e dados fornecidos por entidades públicas e privadas.

Artigos da PNMC foram regulamentados pelo Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010. O artigo 11 estabelece a publicação de estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil sob a coordenação do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). As emissões são contabilizadas por setores (artigo 5º do decreto): mudança de uso da terra, energia, agropecuária, processos industriais e tratamento de resíduos.

A 1ª edição destas estimativas abrangeu o período de 1990 a 2010. A 2ª edição foi de 1990 até 2012. A edição mais recente, a 3ª, apresenta os dados de 1990 a 2014. A tabela 2 apresenta a evolução das emissões por setores de GEE no período.

Tabela 2 – Emissões de gee por setor (EM $KTCO_2E$)

SETORES	1990	1995	2000	2005	2010	2014
ENERGIA	185.808	223.727	284.273	312.747	371.086	469.832
PROCESSOS INDUSTRIAIS	52.059	65.625	75.581	80.517	89.947	94.263
AGROPECUÁRIA	286.998	316.671	328.367	392.491	407.067	424.473
USO DA TERRA E FLORESTAS	792.038	1.931.478	1.265.606	1.904.666	349.173	233.140
TRATAMENTO DE RESÍDUOS	26.006	31.370	38.693	45.476	54.127	62.787
TOTAL	1.342.909	2.568.872	1.992.520	2.735.898	1.271.399	1.284.496

Fonte: Adaptado de Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, MCTIC, 3ª edição (2016).

O PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL

Além das estimativas publicadas pelo MCTIC, o Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (GVces) desenvolveu e coordena o Programa Brasileiro do GHG Protocol. Trata-se de uma versão adaptada à realidade nacional do protocolo desenvolvido pela organização *Greenhouse Gas Protocol* e também leva em consideração a norma ISO 14.064 (vide quadro 2).

As organizações aderem ao programa de forma voluntária porém, ao formalizar sua adesão, as empresas se comprometem a atender às especificações do programa bem como realizar uma verificação externa por empresa acreditada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), autarquia federal vinculada ao Ministério da Indústria e Comércio Exterior e Serviços (MDIC). Esta verificação tem o objetivo de conferir os dados apresentados e os critérios de elaboração dos inventários.

Segundo o GVces, o objetivo do Programa Brasileiro GHG Protocol é estimular a cultura corporativa para a elaboração e publicação de inventários de emissões de gases do efeito estufa (GEE).

O programa prevê o relato anual do inventário de GEE. Os dados disponíveis mais recentes são os do ano de 2016

Os dados disponíveis mais recentes são os do ano de 2016, ano que contou com a participação de 140 instituições, conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3 – Organizações, por setores, participantes do Programa Brasileiro GHG Protocol no ano de 2016

Setor	Quantidade
Administração pública, defesa e seguridade social	1
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	5
Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	1
Atividades administrativas e serviços complementares	1
Atividades de serviço	4
Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	15
Atividades profissionais, científicas e técnicas	7
Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas	7
Construção, alojamento e alimentação	5
Educação, artes, cultura, esporte e recreação	5
Eletricidade e gás	14
Indústrias de transformação	47
Indústrias extrativas	8
Informação e comunicação	6
Organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais	1
Saúde humana e serviços sociais	7
Transporte, armazenagem e correio	6
Total	140

Fonte: Adaptado de Registro Público de Emissões (2017)

Ao concluir a verificação, é emitida uma declaração demonstrando que a empresa está em conformidade com o Programa. A partir daí as instituições participantes farão parte do Registro Público de Emissões, uma plataforma para consulta dos inventários de emissões de GEE, aumentando a transparência na divulgação dos dados e na promoção da sensibilização sobre a preocupação com as alterações climáticas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve o objetivo de apresentar as iniciativas referentes ao inventário de emissões de gases de efeito estufa e como este pode auxiliar os países a conhecer suas emissões e buscar alternativas para atender às metas de redução de GEE ou contribuições nacionalmente determinadas, que foram aprovadas pela Convenção do Clima.

O Brasil é considerado um dos países ativos nas conferências anuais do clima, e desde o ano de 2009 tem sua política nacional sobre clima.

Pode-se dizer que esta política foi implementada com sucesso e já gerou diversos desdobramentos. Estre estes desdobramentos está o Plano Nacional sobre Mudança do Clima que integra (a) os planos de ação para a prevenção e controle do desmatamento nos biomas; e (b) os planos setoriais de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas.

Porém ainda há muita ação a ser executada. Entre estas está a construção de um Programa Nacional de Relatórios de Gases de Efeito Estufa e o consequente registro nacional de emissões/ remoções de GEE, regulado pelo governo federal. Este programa poderá ser dividido em diversas áreas, considerando obter a contribuição dos estados e federações e associações setoriais no levantamento dos dados, definir indicadores para estimular os envolvidos a reduzir suas emissões e, assim, auxiliar o Brasil a atingir suas contribuições nacionalmente determinadas (NDC).

Ainda, os fundamentos de um Programa Nacional de Relatórios de GEE podem servir como base de articulação e negociação de instrumentos econômicos para a precificação de carbono.

É fundamental a participação dos diversos ministérios envolvidos com a implantação da política climática, como o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, Ministério do Desenvolvimento e Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Fazenda, para o alinhamento das informações e criação de estrutura única com critérios comparáveis.

A partir de uma boa plataforma de contabilização de inventários, o Brasil poderá conhecer melhor suas emissões e tendências e desenvolver políticas públicas para atingir suas metas de redução de gases de efeito estufa.

REFERÊNCIAS

[1] ALBUQUERQUE, L. ANÁLISE CRÍTICA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS EM MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DOS COMPROMISSOS NACIONAIS DE REDUÇÃO DE EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO BRASIL.2012. DISPONÍVEL EM HTTP://OBJDIG.UFRJ.BR/60/TESES/COPPE_M/LAURAALBUQUERQUE.PDF. ACESSO EM 12 JUN 2017.

[2] CONVENÇÃO – QUADRO DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (UNFCCC). DISPONÍVEL EM HTTP://UNFCCC.INT/2860.PHP. ACESSO EM 12 JUN 2017.

[3] ESPECIFICAÇÕES DO PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL. Disponível em: https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/arquivos.gvces.com.br/arquivos_ghg/152/especificacoes_pb_ghgprotocol.pdf. 2011 Acesso em 23 out 2017.

[4] GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard. 2015 Disponível em http://www.ghgprotocol.org/corporate-standard. Acesso em 22 out 2017.

[5] GRANZIERA, M. L.M.; e REI, F. O futuro do regime internacional das mudanças climáticas: aspectos jurídicos e institucionais.2015. Disponível em https://www.researchgate.net/profile/Fernando_Rei/publication/286371324_O_Futuro_do_Regime_Internacional_de_Mudancas_Climaticas/links/5668240308ae34c89a04dc12.pdf#page=17.Acesso em 16 maio 2016.

[6] MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, ESTIMATIVAS ANUAIS DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO BRASIL. 2ª EDIÇÃO. 2014. DISPONÍVEL EM: HTTP://WWW.MCT.GOV.BR/UPD_BLOB/0237/237619.PDF. ACESSO EM 16 JUL 2017.

[7] MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS, PLANO INDÚSTRIA. DISPONÍVEL EM: HTTP://WWW.MDIC.GOV.BR/INDEX.PHP/COMPETITIVIDADE-INDUSTRIAL/ACOES-E-PROGRAMAS-3/MUDANCA-DO-CLIMA/PLANO-INDUSTRIA/INTRODUCAO. ACESSO EM 15 JUL 2017.

[8] PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC), DISPONÍVEL EM HTTP://WWW.IPCC.CH/NEWS_AND_EVENTS/DOCS/FACTSHEETS/FS_WHAT_IPCC.PDF.ACESSO EM 11 JUN 2016.

[9] REGISTRO PÚBLICO DE EMISSÕES. Disponível em http://www.registropublicodeemissoes.com.br/estatisticas/inventarios-por-setor. Acesso em 24 out 2017.

[10] REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL, Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada. 2015. Disponível em

http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80108/BRASIL%20iNDC%20portugues%20FINAL.pdf. Acesso em 11 jun 2017.

[11] SANTOS, R. O. O impacto do inventário de emissões de gases de efeito estufa (GEE) nos desempenhos operacional e financeiro das empresas participantes do Programa Brasileiro GHG Protocol. 2016. Disponível em https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/21411/3/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Roberto%20Oliveira%20Santos%20com%20ap.pdf. Acesso em 30/06/2017.

[12] UNFCCC - EXECUTIVE BOARD ANNUAL REPORT 2014 – CLEAN DEVELOPMENT MECHANISM. DISPONÍVEL EM HTTP://UNFCCC.INT/RESOURCE/DOCS/PUBLICATIONS/UNFCCC_CDM-EB_ANNUAL_REPORT2014.PDF. ACESSO EM 08 OUT 2017.

APÊNDICE A
TERMOS E CONCEITOSUTILIZADOS NESTE DOCUMENTO

AQUECIMENTO GLOBAL: o aumento gradual progressivo da temperatura da superfície da Terra que se pensa ser causado pelo efeito estufa e responsável por mudanças nos padrões climáticos globais (Convenção do Clima).

CRÉDITO DE CARBONO: a medida de redução de emissões de GEE foi padronizada em toneladas de carbono equivalente, sigla tCO_2e. Cada tonelada de CO_2e equivale a um crédito de carbono.

CONTRIBUIÇÃO NACIONALMENTE DETERMINADA: meta de redução de emissões de GEE. Cada Parte da UNFCCC estabeleceu suas metas para combater o aquecimento global que foram validadas durante a CoP 21 em 2015 e vão valer a partir de 2020. Também conhecida pela sigla NDC, em inglês *Nationally Determined Contribution*.

Nota: Até as NDCs serem validadas havia a palavra 'pretendida' na sua sigla. Após validação as metas são reais, não mias pretendidas, e esta palavra saiu da sigla.

EFEITO ESTUFA: é a captura e acúmulo de calor na atmosfera (troposfera) perto da superfície da terra. Parte do calor flui de volta para o espaço a partir da superfície da Terra e é absorvido pelo vapor de água, dióxido de carbono, ozônio, e vários outros gases na atmosfera e, em seguida, é novamente irradiado de volta para a superfície terrestre. Se as concentrações atmosféricas desses gases de efeito estufa aumentar, a temperatura média da atmosfera irá aumentar gradualmente (UNFCCC).

FONTE: qualquer processo ou atividade que libere um gás de efeito estufa, um aerossol ou um precursor de gás de efeito estufa na atmosfera (UNFCCC).

GASES DE EFEITO ESTUFA (GEE): constituintes gasosos da atmosfera, naturais e antrópicos, que absorvem e reemitem radiação infravermelha (UNFCCC).

Os gases de efeito estufa são: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hexafluoreto de enxofre (SF_6), hidrofluorcarbonos (HFCs), perfluorcarbonos (PFCs) e trifluoreto de nitrogênio (NF_3). Este último foi incluído no quinto relatório de avaliação sobre as mudanças climáticas globais do IPCC, de 2013. Os demais são citados no Anexo A do Protocolo de Quioto.

MUDANÇA CLIMÁTICA: qualquer alteração no clima que possa ser atribuída direta ou indiretamente à atividade antrópica que altere a composição atmosférica global e seja adicional à variabilidade climática natural, ambas observadas em um período de tempo comparável (UNFCCC).

SUMIDOURO: unidade física ou processo que remove um GEE da atmosfera.

CAPÍTULO 13

COMPRAR OU ALUGAR COMPUTADORES? UM MODELO MULTICRITÉRIO APLICADO A INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE ENSINO

Bruno Rabbi
Claudio José Fidelis de Azevedo
Fernando Cerutti Aguiar
Luciana Iglesias de Castro Silva
Milton Erthal Junior

Resumo: A aquisição de computadores é para o setor público uma decisão complexa, pois envolve a análise de variáveis como: preço, espaço físico de armazenamento, atualização tecnológica, tempo de reposição das peças danificadas, desfazimento do bem patrimonial, renovação dos equipamentos, garantia e custo de manutenção. A complexidade deste cenário conduz à seguinte questão de pesquisa: qual é a melhor solução para o fornecimento de computadores em órgãos públicos, comprar ou alugar? Com base neste problema, o objetivo deste trabalho é propor um modelo, baseado em métodos de Apoio Multicritério à Decisão, que possa auxiliar os gestores quando são exigidos a decidir sobre a aquisição de computadores. Os métodos *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e Borda foram empregados para obter as soluções parciais e globais do problema e para a ponderação de pesos dos critérios, respectivamente. Comprar ou alugar os computadores foram as possíveis soluções, as quais foram julgadas com base nos critérios: custo, atualização tecnológica, impacto ao negócio e desfazimento. Os dados coletados foram inseridos no software IPÊ 1.0 resultando em 68,56% de prioridade para a alternativa aluguel de computadores, demonstrando, com base nos critérios analisados, que alugar é a melhor opção de fornecimento de computadores para uma Instituição Pública de Ensino.

Palavras-chave: Apoio Multicritério à Decisão; AHP; Aluguel de computadores; Compra de Computadores; Terceirização.

1 INTRODUÇÃO

O cenário mundial caracteriza-se pelas mudanças constantes e a necessidade de adequação da empresa ao mercado de forma ágil e precisa. A concorrência em todas as áreas faz com que os decisores tenham, cada vez mais, que tomar decisões importantes para problemas complexos, num tempo geralmente curto, com informações incompletas, e impactos importantes ao negócio (LEAL JUNIOR, 2008).

O setor público apresenta características específicas que influenciam o processo decisório, conduzindo a soluções que não necessariamente seriam interessantes para as empresas privadas. A complexidade do processo de compras, a manutenção de equipamentos, o processo de desfazimento de bens permanentes, entre outros, são elementos que influenciam o processo decisório (WISINTAINER, 1999). As decisões acerca da aquisição de bens patrimoniais para atender o setor de Tecnologia da Informação (TI) de órgãos públicos apresentam algumas lacunas em função dos objetivos conflitantes. Problemas originados por complexidade de elaboração de termos de referência (requisitos), sem mencionar marcas, pois não pode haver direcionamento na aquisição de equipamentos, e posterior desfazimento dos equipamentos de TI, que deve atender a burocrática legislação brasileira, são típicos deste setor.

As decisões sobre aquisição de equipamentos de TI em órgãos públicos devem atender a alguns requisitos legais. O decreto nº 7.174 de 2010 (Brasil, 2010) regulamenta a contratação de bens e serviços de informática na administração pública federal. Este documento estabelece que a aquisição dos bens deve atender a uma diversidade de critérios, como: consumo de energia elétrica, menor preço, desempenho, qualidade, compatibilidade com os processos organizacionais, garantia técnica, entre outros. Tendo em vista estas exigências, o cenário para a aquisição de bens para o setor de TI apresenta características de um problema complexo, onde as técnicas de Pesquisa Operacional podem ser aplicadas para a obtenção de soluções otimizadas.

A metodologia de Apoio Multicritério à Decisão (AMD) é um instrumento capaz de agregar variáveis quantitativas e qualitativas em um modelo que aponte uma solução otimizada com praticidade e eficiência. Segundo Costa (2006, p.27), os métodos de AMD são caracterizados por abordar a solução de problemas a luz de vários critérios. Outra característica interessante do AMD é a sua capacidade de organizar o problema de decisão, moldando a matriz de critérios a ser adotada pelo gestor ou grupo gerencial e o estabelecimento de objetivos claros que conduzam a uma pré seleção de um grupo de alternativas viáveis (GOMES et al., 2014). Considerando as características do problema de aquisição de equipamentos de informática, que atenda com eficiência, agilidade e segurança o setor de TI de um órgão público, o emprego de técnicas de AMD pode ser útil para apoiar gestores, que usam sentimentos humanos (subjetividade) na tomada de decisão (ENSSLIN et al., 2010).

Diante da necessidade de aprimoramento da gestão de compras de equipamentos de TI de uma instituição federal de ensino, considerando a eficiência na obtenção de suprimentos, redução de estoques, custos de manutenção, entre outros, algumas indagações foram elencadas. É mais custoso locar ou adquirir os equipamentos? Quando houver necessidade de manutenção, em quanto tempo as peças de reposição estarão disponíveis? Qual é o investimento (recursos financeiros e humanos) operacional para cumprir as diretrizes de descarte de eletroeletrônicos, considerando os aspectos legais e ambientais? Qual é o investimento financeiro necessário para renovar o parque tecnológico?

A presente pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento de um modelo de decisão aplicado a aquisição de computadores para os setores administrativos de uma instituição pública de ensino. O método AHP foi empregado para obter a solução final do problema. Técnicas de obtenção de dados por questionário, bibliometria e estatística descritiva foram empregadas para subsidiar o modelo.

A elaboração deste Artigo fundamenta-se na necessidade de agilizar a substituição de computadores danificados, com mínimo impacto no desenvolvimento das atividades dos servidores técnico-administrativos da instituição estudada, em função da lentidão da formulação e execução de um processo de compras, faz-se necessário a busca de uma técnica de tomada de decisão que apoie uma solução eficiente para o fornecimento de computadores. As situações de decisão deste trabalho consistem em duas alternativas:

aluguel ou compra de computadores. A instituição já dispõe de uma política consolidada de terceirização dos serviços de impressão, sendo este um estudo necessário à tomada de decisão quanto a compra ou aluguel de microcomputadores e suprimentos de reposição destes para os setores administrativos. O trabalho está delimitado aos setores administrativos da instituição e não contempla os computadores utilizados nos laboratórios por estudantes e professores.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

O ponto de partida para desenvolver este trabalho foi uma pesquisa na literatura para identificar e selecionar documentos acadêmicos que tratem dos temas: multicritério e seleção de modelos de compra ou aluguel de computadores. Esta pesquisa foi realizada nas bases *Scopus*, *Web of Science*, Google Acadêmico e *Science Direct*, acessadas por meio do portal de periódicos da CAPES. As palavras-chave inicialmente utilizadas para o desenvolvimento da pesquisa foram: "multi-criteria decision making or/and outsourcing computer", "multi-criteria decision making or/and buying computer", "auxílio multicritério à decisão or/and aluguel de computador", "auxílio multicritério à decisão or/and compra de computador". Os registros encontrados foram 02 artigos na *Scopus*, 05 artigos na *Web Of Science*, 03 artigos na Google Acadêmico e 01 artigo na *Science Direct*, tendo sido selecionados alguns destes trabalhos que fizeram parte na composição da revisão bibliométrica.

Em busca de direcionar seus esforços aos processos relacionados às atividades-fim, empresas e órgãos governamentais buscam nos dias atuais a terceirização de serviços como forma de desafogar as áreas de apoio. A terceirização de serviços e equipamentos da área de Tecnologia da Informação já vem sendo discutida no mercado global a bastante tempo. Segundo o *Gartner Group*, uma das maiores empresas de consultoria no setor, a terceirização dos serviços de TI, já representa em torno de 58% do mercado na área.

De acordo com BERGAMASCHI (2008), a terceirização de computadores ocorre desde o início da sua comercialização nas décadas de 60 e 70, na forma de compartilhamento de recursos computacionais, que eram muito caros, ou na forma de alocação de mão de obra, ainda pouco disponível na época.

2.2 MÉTODO AHP

De forma a auxiliar a tomada de decisão utilizou-se o método AHP Analytic Hierarchy Process em função de sua flexibilidade ao tratar problemas de tomada de decisão complexa. O método AHP baseia-se em dividir o problema AMD em vários elementos constituintes em forma de estrutura hierárquica. O primeiro nível da hierarquia representa o objetivo principal do problema de decisão, os níveis intermediários representam os critérios e subcritérios que afetam a decisão e o nível inferior representa as possíveis alternativas. Os decisores então determinam a importância relativa dos elementos em cada nível. (SRICHETTA & THURACHON, 2012)

Muitos estudos discutem a análise de decisão multi-critério com várias aplicações, por exemplo, pesquisa operacional, modelos matemáticos e teoria da decisão, mas foi dada menos atenção à pesquisa para desenvolver as teorias de decisão e os programas de computador em conjunto para integrar a teoria da decisão e o sistema de informação. (HWANG & HWANG, 2006)

Segundo Perez-Rodriguez & Rojo Alboreca (2012), o uso de técnicas computadorizadas é muito importante para facilitar a aplicação prática do método AHP automatizando os cálculos matemáticos envolvidos.

3 METODOLOGIA

Em uma Instituição de Ensino, como a que está sendo analisada, os tomadores de decisão para aquisição de equipamentos de TI são os próprios analistas de Tecnologia da Informação, com a função de determinar as melhores opções de aquisição e do outro lado a Pró-Reitoria de Administração, com sua equipe de Diretores, viabilizando os recursos e procedimentos necessários para obtenção dos equipamentos. Para avaliar qual a melhor solução de fornecimento de computadores, utilizando-se do método de análise hierárquica AHP, de modo a propor um modelo condizente com as necessidades da Instituição, realizou-se uma pesquisa de opinião através de um formulário eletrônico (google formulários), com 24 servidores das áreas de Tecnologia de Informação e Direção

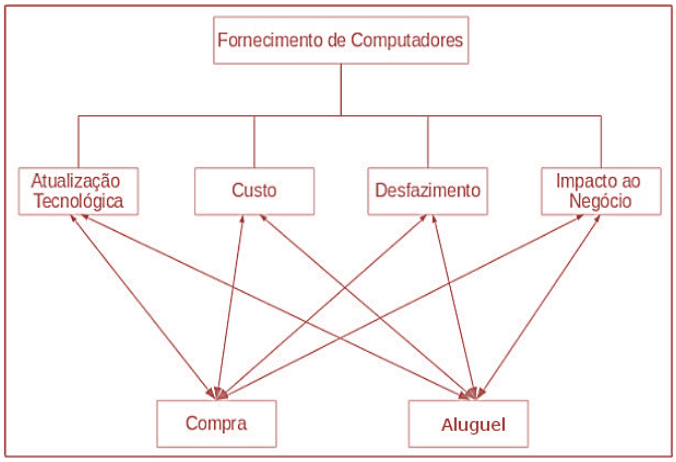
de Administração de diversos *campi* da Instituição. A partir dos dados levantados utilizou-se o método de borda para mensuração da pontuação dos critérios e por fim, realizou-se uma média para obtenção de um resultado uniforme entre os gestores de administração e os analistas de TI.

Estas informações, serviram de base para elaboração da matriz de pesos de critérios (Tabela 3). Além disso, realizou-se pesquisas com fornecedores especializados e em licitações realizadas por outros órgãos para obtenção dos valores de custo da tabela de pagamentos (Tabela 2). Após a obtenção de todos os dados, utilizou-se o software IPÊ 1.0 para realização dos cálculos, onde foram atribuídos os pesos dos critérios baseando-se nas informações apuradas.

4 ESTRUTURA HIERÁRQUICA

Na Figura 1, observa-se na árvore de estrutura hierárquica as alternativas de fornecimento de computadores (Aluguel ou Compra), considerando para a tomada de decisão, os critérios a seguir: Atualização Tecnológica, o Custo, o Desfazimento e o Impacto ao Negócio.

FIGURA 1: - Estrutura Hierárquica do problema proposto, mostrando o objetivo central, os critérios estabelecidos e as alternativas



Fonte: Autoria própria

4.1 ALTERNATIVAS

A compra ou o aluguel, são as alternativas que farão parte deste estudo. Diversas são as diferenças entre os dois modelos analisados. Em uma solução de aluguel de computadores, o fornecimento de todo o parque de computadores fica sob a responsabilidade da empresa terceirizada, que tem um prazo determinado em contrato para disponibilização dos equipamentos, sendo normalmente de 1 (um) mês. Da mesma forma o desfazimento é simplificado e também determinado em contrato com aproximadamente o mesmo prazo de execução. Já na alternativa compra de computadores, o setor de TIC junto com o setor de Compras e Licitações são os responsáveis pela aquisição, estocagem e descarte dos computadores. O processo de compra, desde o levantamento das demandas até o recebimento dos computadores dura, aproximadamente 6 (seis) meses. Além disso, o descarte deve seguir rigorosos procedimentos de acordo com a legislação vigente.

4.2 CRITÉRIOS

Os critérios selecionados para compor este artigo foram: A Atualização Tecnológica, O Custo, O Desfazimento do Bem e o Impacto ao Negócio. Para eliminar qualquer vício no estabelecimento de pesos para o ranqueamento em ordem de importância destes critérios foi realizada uma pesquisa através de um formulário enviado por uma lista de e-mails institucionais que compõem todos os analistas/técnicos em informática da instituição. A mesma pesquisa foi enviada para os gestores com o objetivo de confrontar ambos os resultados no ranqueamento da importância dos critérios. Na pesquisa busca-

se obter o grau de relevância de cada critério. Como resposta estabeleceu-se o valor máximo como sendo o número de critérios menos um, e ficou da seguinte forma:

- 0 - Pouca relevância
- 1 - Entre pouca e média relevância
- 2 - Média relevância
- 3 - Muita relevância

Tabela 1- Resultado da pesquisa com Servidores do setor de Tecnologia de Informação e Gestores da Instituição de Ensino.

Critérios	TI (A)	Resp.	Gestão (B)	Resp.	Média TI (C)	Média Gestão (D)	Total (C+D)
Atualização Tecnológica	46	19	11	5	2,42	2,20	4,62
Custo	27	19	13	5	1,42	2,60	4,02
Desfazimento	25	19	11	5	1,32	2,20	3,52
Impacto ao Negócio	32	19	9	5	1,68	1,80	3,48

Fonte: Autoria própria.

Para normalizar os resultados de cada grupo (Gestão e T.I.) foi realizada uma média entre a soma das respostas e a quantidade de respostas de cada grupo, conforme colunas C e D da tabela acima. A coluna Total, demonstra a soma entre a média dos dois grupos, resultando na classificação de relevância dos critérios entre os dois grupos. O critério Atualização tecnológica ficou em primeiro lugar, em segundo lugar ficou o critério Custo, em terceiro lugar o Desfazimento e em quarto lugar ficou o Impacto no Negócio.

4.2.1 ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA

Atualmente não se consegue sobreviver sem tecnologia suficiente para inovar os seus serviços prestados e produtos oferecidos. A tecnologia faz parte da evolução, desde a revolução Industrial em meados do século XVIII, na qual resultou em um profundo impacto no processo produtivo, atingindo tanto os níveis econômicos e sociais, como o contínuo processo de evolução e inovação tecnológica do século que vivemos.

Nesse critério será avaliada a atualização tecnológica, a modalidade aluguel se mostra mais eficiente, pois a substituição dos equipamentos é muito mais ágil do que o processo de compras realizado pela instituição pública, onde o tempo do processo licitatório, desde o levantamento da demanda até a entrega dos itens licitados, varia em torno de seis meses.

4.2.2 CUSTO

Para este critério levantou-se os preços de aquisição e locação de um determinado modelo de computador que atendesse as necessidades básicas dos servidores técnico administrativos.

Para ambas as modalidades, foram feitas pesquisas diretas com fornecedores. Ao custo de compra, foi adicionado 15% do valor da aquisição para obtenção de peças de reposição que eventualmente precisem ser substituídas durante os 5 anos de vida útil das máquinas. Para elaboração do custo de locação, além da pesquisa com fornecedores, foi também realizada uma pesquisa em licitações passadas com o poder público. Calculou-se então uma média geral dos preços obtidos. O custo de aluguel anual foi multiplicado por cinco, considerando-se assim, o período máximo de renovação contratual com a União e também de vida útil média das máquinas.

4.2.3 DESFAZIMENTO DO BEM

Nesse critério será avaliado o processo de desfazimento do bem inservível mais rápido e eficiente entre as alternativas de compra e aluguel. Na instituição pesquisada, uma comissão permanente de avaliação e desfazimento, designada por portaria conforme determina a legislação, é responsável por classificar e avaliar os bens patrimoniais considerados como inservíveis. No entanto, os membros desta comissão não têm unicamente essas atribuições, tornando o processo de desfazimento muito demorado na fase inicial e por este motivo, o desfazimento na alternativa aluguel é mais rápido, visto que o fornecedor é responsável por este processo.

4.2.4 IMPACTO AO NEGÓCIO (TEMPO DE SUBSTITUIÇÃO DO ITEM)

A utilização dos serviços de informática de forma eficaz e automatizada, proporciona a administração pública de ensino uma capacidade de acesso com rapidez para transmissão de dados e informações armazenadas para usuários e servidores de maneira a potencializar a prestação de serviços. Uma paralisação no setor operacional pode ocasionar um retardamento nos processos impactando em prejuízos ao negócio da organização e insatisfação dos usuários.

Nesse critério, será avaliado o tempo de substituição do equipamento de modo a evitar a paralisação do serviço por falta do equipamento de informática (computador). Será avaliado o tempo de reposição de peças, mensurando-se de forma objetiva o impacto ao negócio de uma Instituição de Ensino visando a produtividade e segurança dos processos operacionais da Instituição

5 RESULTADO

5.1 TABELA DE PAGAMENTOS

Na tabela 2, os valores de custo e prazos de execução são relacionados de acordo com as alternativas e critérios apresentados. Destaca-se que o custo apresentado se refere ao fornecimento de 100 computadores para os servidores administrativos. Este quantitativo foi proposto com base em licitações anteriores do Instituto que normalmente tem como objeto a aquisição de no mínimo 100 aparelhos.

Tabela 2 - Tabela de pagamentos com valores e prazos obtidos a partir de pesquisas e estimativas.

	Critérios			
Alternativas	C1 - A.T. (Meses)	C2 - Custo (Reais)	C3 - Desf. (Meses)	C4 - I.N. (Semanas)
A1 - Compra	6	R$ 460.000,00	24	24
A2 - Aluguel	1	R$ 1.460.000,00	1	1

C1 = Atualização tecnológica C2 = Custo C3 = Desfazimento C4 = Impacto ao Negócio

Fonte: Autoria própria.

Para o critério Atualização Tecnológica (C1), identificou-se que na alternativa compra, desde o surgimento da demanda, montagem de processo de compras, pregão e recebimento dos itens, possui uma janela de aproximadamente 6 (seis) meses e este tempo, para a renovação do parque tecnológico, torna o bem mais defasado em relação a uma substituição mais rápida e menos burocrática, como ocorre na alternativa do aluguel, pois nesta, pode haver em contrato um prazo máximo de 1 (um) mês para a renovação do parque. No critério Custo (C2), o valor foi elaborado a partir de uma média entre cotações com fornecedores e licitações anteriores. Para o aluguel (A2), é considerado o custo de fornecimento de 100 máquinas durante 05 anos com fornecimento de peças de reposição, já para aquisição o valor é para compra (A1) dos mesmos 100 equipamentos com acréscimo de 15 % para aquisição de peças de reposição. Para o critério Desfazimento (C3), foi considerado o tempo médio que o uma Instituição de Federal de Ensino precisa para concluir todo o processo burocrático de desfazimento e retirada dos bens para a alternativa compra (A1) e o tempo que uma empresa terceirizada

levaria para retirar os equipamentos instalados na mesma Instituição no caso da alternativa aluguel (A2). Por fim, o critério Impacto ao Negócio (C4) foi estimado o tempo médio que a terceirizada levaria para reposição de peças de um determinado equipamento (A2) em relação ao que leva uma Instituição pública para obtenção da peça por meio licitatório (A1).

5.2 MATRIZ DE PESOS

Como etapa inicial para definição de melhor alternativa utilizando-se o método AHP, constitui-se a matriz de pesos com base na avaliação de especialistas da área pesquisada.

Saaty (2000) apresenta uma escala com valores de 1 a 9 visando a padronização de julgamentos dos avaliadores. Os valores obtidos na tabela 1, com os dados gerados a partir da pesquisa dos especialistas, foram associados a essa escala, atribuindo uma ordem de preferência aos critérios avaliados, sendo 1 quando existe igual preferência entre os critérios e 9 quando existe preferência absoluta de um em relação ao outro.

Tabela 3 - Matriz de pesos elaborada a partir de pesquisa com os especialistas.

Critérios	C1	C2	C3	C4
C1	1	3	4	5
C2	1/3	1	2	3
C3	1/4	½	1	2
C4	1/5	1/3	1/2	1

Fonte: Autoria própria

De forma a mensurar a coerência dos valores de julgamento atribuídos pelos avaliadores, Saaty 2000 propôs a razão de consistência que é definida pela fórmula: RC= IC/IR. Para Costa 2006, caso o valor obtido com a razão de consistência seja superior a 0,10, recomenda-se a revisão do modelo ou dos julgamentos.

Para obtenção da razão de consistência da matriz de pesos em questão, utilizou-se o software IPÊ 1.0, que retornou com uma razão de consistência de 0,019, confirmando a coerência dos julgamentos apresentados.

5.3 MATRIZES DE JULGAMENTO DE CRITÉRIOS

Tomando como referência os dados apresentados na Tabela 2 (tabela de pagamentos), elaborou-se as matrizes de julgamento de critério utilizando-se da mesma metodologia da Tabela 3, no entanto, agora o método foi utilizado para atribuição de valores aos critérios em relação às alternativas de compra ou locação.

Tabela 4 - Matrizes de julgamento de critérios elaborada a partir da tabela de pagamentos.

C1- Atualização tecnológica			C2 - Custo		
	Compra	Aluguel		Compra	Aluguel
Compra	1	1/6	Compra	1	8
Aluguel	6	1	Aluguel	1/8	1
C3 - Desfazimento			C4 - Impacto ao negócio		
	Compra	Aluguel		Compra	Aluguel
Compra	1	1/7	Compra	1	1/6
Aluguel	7	1	Aluguel	6	1

Fonte: Autoria própria

Percebe-se que somente no critério custo a Compra obteve preferência em relação ao Aluguel, em que foi atribuído o peso 8 (entre muito forte e absoluto), nos demais critérios o Aluguel foi o vencedor com os pesos 6 (entre forte e muito forte) e 7 (muito forte).

Por fim, como última etapa do processo de tomada de decisão, foram inseridos os dados coletados das matrizes de peso e de julgamento de critérios no software IPÊ 1.0, obtendo-se como resultado de melhor alternativa, a luz dos critérios avaliados, o aluguel de computadores, com um percentual de 68,56% de prioridade.

6 CONCLUSÃO

A estrutura hierárquica, neste estudo, contemplou os critérios: atualização tecnológica, o custo, o tempo para o desfazimento e o impacto ao negócio. Estes foram classificados por relevância empregando-se o método de borda em uma pesquisa destinada a dois grupos: Os técnicos em tecnologia da informação e gestão administrativa. Após a pesquisa, os resultados foram confrontados e chegou-se, por ordem de maior relevância, a seguinte classificação: o critério atualização tecnológica seguido pelo custo, desfazimento e por último, o impacto ao negócio.

As alternativas propostas nesta pesquisa foram comprar ou alugar computadores para uma instituição pública de ensino e o método AHP demonstrou que a alternativa aluguel de computadores é a vencedora com um percentual de 68,56% como resultado da pesquisa. Faz-se importante considerar o momento econômico do País, haja vista, que o resultado pode variar conforme a situação financeira do governo e dos preços de mercado para os equipamentos em análise. Além disso, embora a pesquisa, baseada em quatro critérios, tenha apontado como melhor alternativa o aluguel, o custo para locação é consideravelmente mais alto, o que tende a inviabilizar a adoção da medida em períodos de restrição orçamentária.

Entretanto, o método AHP tem como grande vantagem justamente a análise complexa da tomada de decisão baseada em vários critérios de forma a propor um resultado abrangente, que tenha como objetivo a melhor alternativa para uma organização levando-se em consideração a opinião de gestores e técnicos em função de diferentes critérios. Conclui-se então, no cenário apresentado que, mediante disponibilização orçamentária, a Instituição de Ensino Público deverá adotar o modelo de locação de computadores para os servidores técnico administrativos de forma a propiciar um ganho de eficiência e produtividade no âmbito da organização.

REFERÊNCIAS:

[1] Bergamaschi, S. - Modelos de gestão de terceirização de tecnologia da informação: um estudo exploratório – tese – Faculdade de economia, administração e contabilidade – Departamento de administração, universidade de São Paulo – USP, p. 179, 2004, são paulo, sp – disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-17062005-075636/> acessado em: 01/06/2017.

[2] Costa, Helder Gomes. auxílio multicritério à decisão: método ahp. abrepro. rio de janeiro, p. 27, 2006.

[3] Ensslin, l.; Giffhorn, E.; Ensslin, S.R.; Petri, S.M.; Vianna, W.B. (2010). Avaliação do desempenho de empresas tercerizadas com o uso da metodologia multicritério de apoio à decisão construtivista. pesquisa operacional, 30 (1), 125-152.

[4] H. J. Hwang and h. s. Hwang, Computer-aided fuzzy-ahp decision model and its application to school food service problem, international journal of innovative computing, information and control, vol.2, no.1, pp.125-137, 2006.

[5] Leal Junior, Miguel da Rocha. Análise multiatributo com tratamento da incerteza: aplicação do método interval smart / swing weighting à escolha de fornecedores de serviços de ti. 2008. 81 f. dissertação (mestre) - curso de mestrado profissionalizante em administração, faculdades ibmec – ibmec/rj, rio de janeiro, 2008.

[6] Perez-Rodriguez, f., a. Rojo-Alboreca (2012).Forestry application of the ahp by use of mpc© software." 2012 21(3).

[7] Srichetta, P.; Thurachon, W. Applying Fuzzy analytic hierarchy process to evaluate and select product of notebook computers. International Journal of Modeling and Optimization, v. 2, n. 2, p. 168, 2012.

[8] Saaty, T. L. Decision making for leaders. Pittsburg, USA: RWS Publications, 2000.

[9] Wisintainer, l.c. (1999). Vantagem do uso da metodologia de multicritério de apoio à decisão em um órgão público estadual. dissertação de mestrado, universidade federal de santa catarina, curso de pós graduação em engenharia de produção.

Capítulo 14

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE COLAGEM DAS LÂMINAS DE SHAPES DE SKATES UTILIZANDO ENSAIOS DE CISALHAMENTO DA LÂMINA INTERNA

Rodrigo de Mata Marangon
Marilia da Silva Bertolini
César Augusto Galvão de Morais

Resumo: A prática de *skate* no Brasil se destaca no cenário esportivo e pode ser evidenciada por dados apresentados pela CBSK (Confederação Brasileira de *Skate*). Produtos esportivos como *shapes* de *skates* são geralmente fabricados a partir de painéis compensados de madeira e eventualmente com diferentes composições, utilizando fibra de vidro ou fibra de carbono. A qualidade de colagem dos *shapes* de skates é um fator importante a ser analisado e pode determinar a qualidade de um *shape* fabricado. Neste contexto, este trabalho busca avaliar a qualidade de colagem das lâminas de *shapes* por meio da resistência ao cisalhamento da lâmina interna. O ensaio de cisalhamento foi realizado em uma máquina de ensaio mecânico universal com carregamento constante até ruptura dos corpos de prova. Os corpos de prova foram retirados de um *shape* produzido em ambiente industrial sobre as direções paralela e perpendicular às fibras. Foram obtidos resultados de resistência ao cisalhamento superiores a 1 MPa em toda a extensão do *shape*, desta forma, é possível concluir que o *shape* analisado possui valores superiores para a qualidade de colagem perante aos requisitos mínimos exigidos para aos compensados comerciais.

Palavras chave: *Shapes* de *skate*, Teste de cisalhamento, Propriedades mecânicas, Qualidade de colagem

1. INTRODUÇÃO

A indústria de produtos esportivos relacionados à prática de *skate* possui destaque pela movimentação da economia com a venda de produtos em feiras e eventos e, sobretudo em mercados varejistas. Segundo a Confederação Brasileira de *Skate* (2016), conhecida como CBSK, o mercado envolvido no cenário mundial para a prática de *skate* movimenta cerca de 3 bilhões de dólares, com uma participação brasileira de 300 milhões de dólares. Na segunda edição da URB TRADE SHOW, feira relacionada ao segmento e realizada em abril de 2014 na cidade de São Paulo, estima-se ter sido movimentado cerca de 100 milhões de dólares em vendas (CBSK, 2016).

A prática deste esporte por jovens é crescente nas últimas décadas, o que define um grande potencial de investimento para esta área, apresenta a oportunidade de desenvolvimento de novas tecnologias e por consequência a possibilidade de elaboração de estudos científicos que podem contribuir com o setor. Segundo Roth (2010), o esporte é muito praticado no país e a sua prática teve uma adesão significativa nas últimas décadas a ponto de se tornar o segundo esporte mais praticado no estado de São Paulo. De acordo com CBSK (2015), em uma análise do cenário nacional para uma população com idade superior a 16 anos, cerca de 6% praticavam *skate* em 2006, já em 2015, o número de praticantes evoluiu para 10%. A prática do esporte evoluiu em todas as regiões do país, porém, com menor destaque para a região nordeste.

Devido o peso excessivo para a prática de *skateboard*, as madeiras maciças utilizadas para confecção de *shapes*, geralmente de Carvalho, foram substituídas a partir da década de 70 por painéis de lâminas de madeira, que são utilizados até os tempos atuais. O processo de fabricação de um *shape* de compensado se divide basicamente em: preparação das laminas de madeira, aplicação do adesivo, prensagem, recorte, acabamento e pintura, podendo levar um tempo de 3 a 5 dias para a conclusão do produto (MARTINES e SILVA, 2012).

Produtos esportivos como *shapes* de *skate*s são produzidos com painéis compensados, que devido às características construtivas do compensado, permite ao *shape* uma maior uniformidade nas propriedades físicas e mecânicas entre as direções longitudinal e transversal do produto. *Shapes* de *skates* podem ainda ser fabricados com materiais alternativos, como por exemplo, reforço de fibra de vidro nos compensados ou até mesmo de fibras de carbono. Segundo Berglund e Rowell (2005) e ABIMCI (2009), dentre os tipos de painéis de madeira encontra-se o painel de madeira compensada, ou apenas compensado, composto por um número ímpar de lâminas de madeira que são sobrepostas e cruzadas entre si. Para a fabricação deste tipo de painel as lâminas são unidas por adesivos/resinas com aplicação de pressão e calor (ABIMCI, 2009).

Em muitas aplicações da madeira são desejadas relações entre menor densidade da espécie utilizada e maior resistência mecânica, porém, aplicações com esta relação nem sempre são fáceis de serem obtidas e até mesmo podem não ser possíveis, uma vez que madeiras com maior densidade possuem de forma geral, maior resistência mecânica. Além disto, outras propriedades também são importantes e podem ser prejudicadas com a escolha conduzida apenas pela relação entre estas duas variáveis. A madeira é um material anisotrópico que possui diferentes valores das propriedades físicas e mecânicas entre os planos de corte, já que em cada plano, as fibras possuem diferentes orientações (CALIL JÚNIOR; LAHR; DIAS, 2003; IWAKIRI; KEINERT JÚNIOR; MENDES, 2005).

A relação entre baixa densidade e alta resistência mecânica para madeiras é muito estudada e comumente explorada em diversas aplicações, dentre as quais, podem ser destacadas as madeiras com aplicação em produtos como embalagens, em alguns produtos utilizados na construção civil e madeiras utilizadas para fabricação de produtos esportivos. A necessidade de aplicações de madeira com baixa densidade e alta resistência permitiu que fossem desenvolvidas técnicas para a fragmentação da madeira e utilização da madeira fragmentada em forma de painéis, deste modo, é possível utilizar diferentes composições para melhoria de diversas propriedades, tornando o produto com propriedades mais homogêneas e possibilitando a aplicação em produtos diversos. Diferente da madeira maciça, os painéis de madeira, com variadas composições e formas construtivas de fabricação, podem ter reduzidas estas diferenças nos valores destas propriedades entre os planos de cortes (IWAKIRI; KEINERT JÚNIOR; MENDES, 2005).

Painéis fabricados a partir da madeira fragmentada podem ser constituídos de fibras, partículas e lâminas além de adesivos para que

haja adesão entre os materiais constituintes e se forme o painel. Alguns painéis de madeira reconstituída mais conhecidos no mercado nacional se diferenciam pelo grau de fragmentação da madeira utilizada, dentre vários podem ser citados o MDF (Painel de fibras de média densidade), o MDP (Painel de partículas de madeira de média densidade), o OSB (Painel de partículas longas de madeira) e o compensado, que é utilizado para fabricação de *shapes* de *skates*. Vale ressaltar que esta classificação de painéis de madeira aqui citada não limita os tipos de painéis existentes, já que o grau de compactação que relacionada à densidade do painel, a composição de camadas internas e a orientação das lâminas, por exemplo, podem indicar ainda outras classificações (IWAKIRI; KEINERT JÚNIOR; MENDES, 2005).

A avaliação da qualidade de colagem para *shapes* de *skates* é importante para garantir a qualidade de produtos e assegurar a qualidade da prática do esporte, no entanto, procedimentos adequados devem ser seguidos para que se possa fazer um comparativo com resultados científicos e dados comerciais. A norma NBR 12466/2012 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) atesta a qualidade de colagem das lâminas de compensados, porém os ensaios são normalizados para painéis planos, sem formatos curvos, diferente dos *shapes* análisados neste trabalho (ABNT, 2012).

Diante do exposto é justificada a elaboração deste trabalho, com a contribuição de conhecimentos envolvidos de forma direta ou indiretamente em toda a cadeia produtiva, desde a definição da espécie de madeira a ser utilizada e plantada até o produto final comercializado.

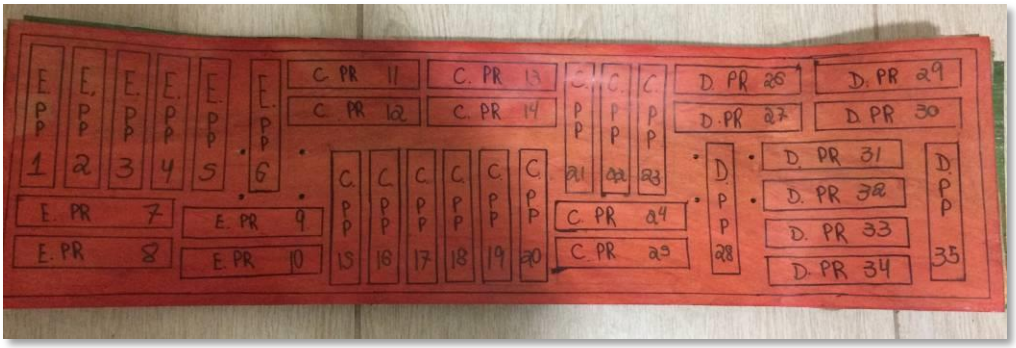
A elaboração deste trabalho visa contribuir com apresentação de resultados sobre a qualidade de colagem nos *shapes* de skates, que pode desta forma trazer conhecimento para empresários do setor e direcionar a eles questionamentos sobre a qualidade do produto, e assim permitir a aplicação de novas tecnologias para produção de *shapes* de *skates*.

2. DESENVOLVIMENTO E MÉTODOS UTILIZADOS

Os testes para verificação da qualidade de colagem das lâminas do compensado foram realizados com base na norma NBR 12466/2012, para isto foi utilizada uma máquina universal de ensaios mecânicos EMIC, situada no Laboratório de Propriedades dos Materiais – Campus de Itapeva - Unesp. A análise da qualidade colagem foi realizada com os corpos de prova secos, sem tratamento prévio.

Neste trabalho foi utilizado um *shape* com lâminas de madeira de Pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl) e adesivo epóxi. Os corpos de prova foram obtidos com o corte do *shape* em uma máquina esquadrejadeira com serra circular. A figura 1 ilustra a posição e orientação dos corpos de prova retirados do *shape*.

Figura 2: Posição e orientação da retirada dos corpos de prova para ensaio de cisalhamento.



Os corpos de prova foram retirados do *shape* de maneira aleatória, distribuídos com orientações paralela e perpendicular às fibras. Foram retirados também os corpos de prova nas extremidades da direção longitudinal do *shape*, onde se objetiva investigar se há influencia desta região de retirada do corpo de prova sobre a qualidade de colagem. A tabela 1 apresenta

a nomenclatura adotada para os corpos de prova.

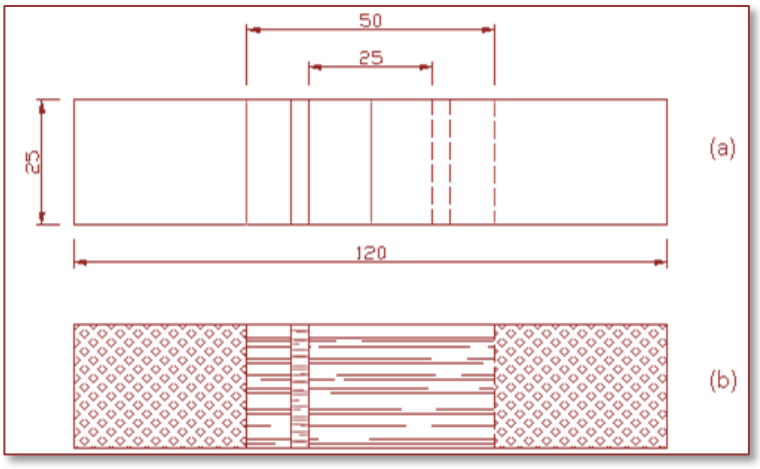
Tabela 1: Nomenclatura adotda para os corpos de prova.

Código		Significado	Comentário
Localização	E.	Esquerdo	Corpo de prova situado no lado esquerdo
	C.	Centro	Corpo de prova situado no centro
	D.	Direito	Corpo de prova situado no lado direito
Sentido das Fibras	PP	Perpendicular	Corpo de prova tem orientação perpendicular às fibras da madeira
	PR	Paralelo	Corpo de prova tem orientação paralela às fibras da madeira

A nomenclatura adotada que define orientação dos corpos de prova, perpendicular e paralela às fibras, está relacionada a orientação da direção longitudinal dos corpos de prova em relação à direção das fibras das lâminas externas do *shape*.

As dimensões dos corpos de prova foram estabelecidas de acordo com a norma NBR12466/2012 . Segundo esta norma são necessários 25 mm de distâncias entre os rasgos, a distância mínima entre a área destinada às garras de fixação do corpo de prova na máquina de ensaio é de 50 mm. A espessura dos rasgos é definida pela espessura da ferramenta de corte e segundo a norma, a profundidade do rasgo deve atingir a lâmina interna do corpo de prova. A figura 2 ilustra as dimensões dos corpos de prova para a direção paralela às fibras.

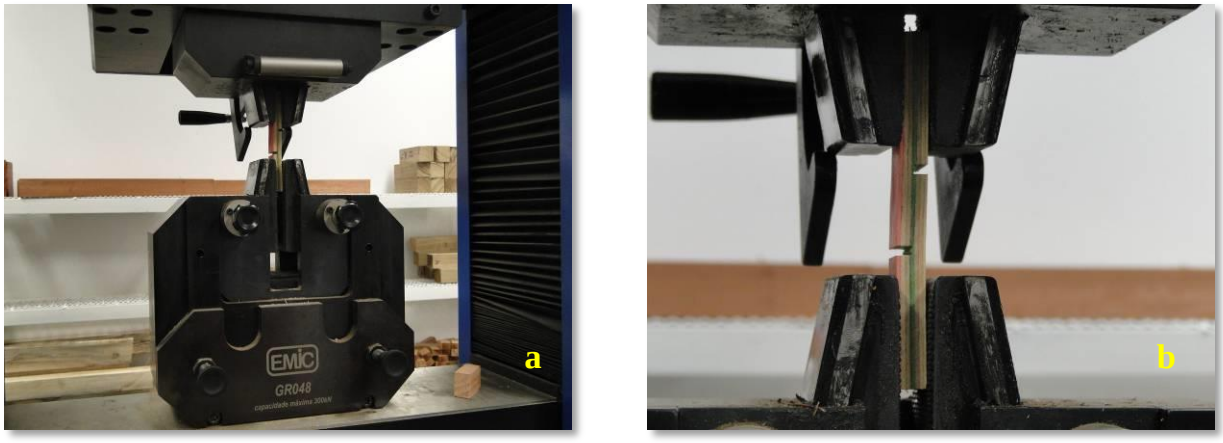
Figura 3: Dimensões dos corpos de prova para ensaio de cisalhamento



Os corpos de prova nas direções perpendiculares às fibras seguem as mesmas dimensões especificadas para os corpos de prova retirados na direção paralela às fibras.

Durante os ensaios, foram aplicadas cargas constantes sobre a direção longitudinal dos corpos de prova, que devido aos entalhes executados, permitem o cisalhamento da lâmina interna. A figura 3a e 3b apresentam a execução do ensaio de cisalhamento.

Figura 4: Ensaio de cisalhamento dos corpos de prova retirados do *shape*.



Para determinação da resistência ao cisalhamento foi determinado a área de cisalhamento de cada corpo de prova utilizando um paquímetro digital com resolução de 0,01 mm. A resistência ao cisalhamento depende também da força aplicada sobre o corpo de prova, que é determinada pela máquina universal de ensaio. Por meio da equação 1 é possível calcular a resistência ao cisalhamento que permite atestar a qualidade de colagem das lâminas do *shape* de *skate*.

$$f_v = \frac{F}{l \times b}$$

Onde:

F é a força de ruptura do corpo de prova em Newtons (N)

l é o comprimento dá área cisalhante, em milímetros (mm)

b é a largura da área cisalhante em milímetros (mm)

A qualidade de colagem expressa em cada corpo de prova é atestada com a comparação dos resultados obtidos com os valores encontrados na norma NBR12466/2012. A tabela 2 apresenta os requisítos mínimos para colagem de compensados, nesta tabela são relacionados os valores de resitência ao cisalhamento com a porcentagem de ruptura aparente que ocorre sobre a madeira da lâmina interna. Para um corpo de prova em que a média da resistência obtida ocorreu entre 0,4 N/mm² e a 0,6 N/mm² a ruptura na madeira tem que ser maior que 60% da região que sofre cisalhamento.

Tabela 2: Requisítos mínimos para atestar a qualidade de colagem dos *shapes*.

Média da resistência ao corte f_v (N/mm²)	Média da ruptura aparente na madeira (%)
$0,2 \leq f_v < 0,4$	≥ 80
$0,4 \leq f_v < 0,6$	≥ 60
$,6 \leq f_v < 1,0$	≥ 40
$1,0 \leq f_v$	Sem exigência

Fonte: BR12466/2012.

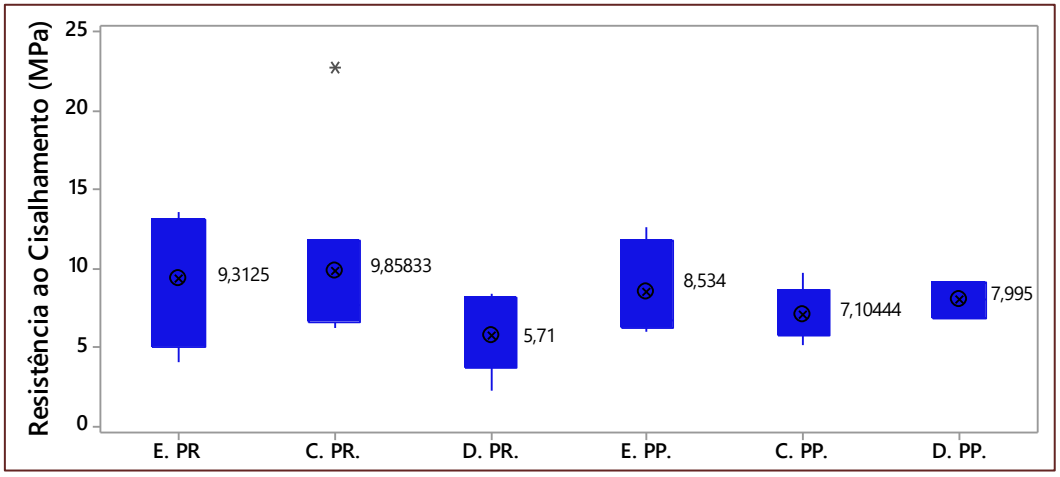
Os resultados foram analisados estatísticamente com auxilio de testes de hipóeteses. Uma ANOVA foi aplicada para avaliar se há diferença estatística sobre a resistência do cisalhamento entre os corpos de prova retirados do centro do *shape* e os corpos de prova retirados nas extremidas curvas dos *shapes*. Um teste de Tukey 95% foi realizado para comparação de médias, este teste permite verificar se há igualdade estatística entre a orientação dos corpos de prova em relação à orientação das fibras das lâminas externas. A igualdade estatística também avaliada entre as posições de retirada dos corpos de prova. Para análise estatística foi utilizado o software Minitab 17.

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da etapa experimental estão expressos na figura 4 e tabelas 3 e 4. A figura 4 ilustra os valores médios e a dispersão dos resultados de resistência ao cisalhamento para cada tratamento experimental.

Na figura 4, o tamanho das barras indica a dispersão dos valores enquanto os valores ao lado da barra correspondem aos valores médios, estes também estão indicados pelas marcações internas nas barras. Desta forma é evidênciada uma proximidade entre os valores médios sobre os tratamentos análisados o que sugere não haver influência entre posição dos corpos de prova e direção das fibras das lâminas externas. No entanto, a presença de influência significativa sobre estas variações somente é confirmada com os resultlados da realização de ANOVA, sendo estes apresentados na tabela 3.

Figura 5: Resistência ao cisalhamento para as combinações avalidas na etapa experimental.



A qualidade da colagem é avaliada a partir dos valores médios para a resistência ao cisalhamento, sendo que para todos os valores obtidos, os resultados foram superiores a 1 N/mm² ou em unidade equivalente, 1 MPa. Assim, de acordo com a norma NBR 12466/2012 é possível atestar a qualidade de colagem das lâminas do *shape* perante a compensados comerciais.

Os resultados de resistência ao cisalhamento foram superiores aos trabalhos científicos elaborados por Goulart et al. (2012) e Ferreira et al. (2012). Goulart et al. (2012) obteviveram valores de 4,40 MPa para os compensados produzidos com adesivos a base de Fenlo-formoldeído, enquanto Ferreira et al. (2012) obtiveram resultados de 3,58 MPa para compensados produzidos com adesivo à de base acetato de polivinila (PVA), lâminas de madeira de *Eucalipytus sp*. e prensagem de 15 minutos a uma temperatura de 90°.

Tabela 3: Análise de variância para os valores de resistência ao cisalhamento.

Source	DF	SS	MS	F-value	p-valor
Factor	5	67,49	13,50	0,15	0,426
Error	26	344,03	13,23		
Total	31	411,51			

Por meio da análise de variância verificou-se que o p-valor é maior que 0,05, ou seja, não existe influência significativa dos fatores e suas combinações relacionadas a orientação de retirada dos corpos de prova e localização sobre os resultados. A hipótese nula foi aceita e está relacionada à igualdade entre os resultados.

Tabela 4: Comparação de Médias sobre os tratamentos.

Fatores	Teste de Tukey 95%	
	Média (Mpa)	
C. PR.	9,86	a
E. PR.	9,31	a
E. PP.	8,53	a
D. PP.	8,00	a
C.PP.	7,10	a
D. PR.	5,71	a

* Valores médios acompanhados de mesma letra não possuem diferença estatística

Na tabela 4 é evidênciado que os valores médios são estatisticamente equivalentes por meio da realização do teste de tukey, desta forma é possível inferir sobre o processo de fabricação do *shape* de *skate* e permite afirmar que durante a prensagem para fabricação do painel é praticamente uniforme e não torna uma região com maior resistencia em relação à outras.

4. CONCLUSÕES

Com a análise dos resultados obtidos é possível obter as seguintes conclusões acerca deste estudo.

Os resultados de resistência ao cisalhamento foram superiores a 1 MPa, o que atinge os requisitos mínimos de resistência ao cisalhamento sem a necessidade da avaliação sobre a porcentagem de ruptura na lâmina interna de madeira. Assim, é possível atestar que o *shape* de *skate* produzido possui qualidade da colagem das lâminas equivalente ou superior aos compensados comerciais.

A combinação do adesivo e da espécie de madeira utilizada para as lâminas do compensado para fabricação do *shape* possibilitaram resultados de resistência ao cisalhamento, superiores aos valores recomendados pela norma NBR 12466. Esta combinação também permitiu que os resultados fossem superiores a alguns trabalhos científicos, com isto, é possível concluir que esta combinação utilizada é adequada possui qualidade de colagem das lâminas superior aos compensados comerciais.

A análise estatística permitiu verificar que não há influência da orientação dos corpos de prova sobre o *shape*, assim é possível concluir que a resistência ao cisalhamento sobre as direções paralelas e perpendiculares às fibras são equivalentes e não apresentam uma tendência de maior resistência sobre uma determinada direção. Diante disto é possível afirmar que o processo produtivo do

shape não prejudica em nenhuma das duas direções de alinhamento das fibras e é possível concluir também que a resistência ao cisalhamento é estatisticamente equivalente em todo o *shape*.

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12466: MADEIRA COMPENSADA – QUALIDADE DE COLAGEM. RIO DE JANEIRO, 2012.

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. ESTUDO SETORIAL 2009. CURITIBA, N.15, 2009.

[3] BERGLUND, L.; ROWELL, M. R. WOOD COMPOSITES. IN: ROWELL, M. R. HANDBOOK OF WOOD CHEMISTRY AND WOOD COMPOSITES. BOCA RATON, FL: CRC PRESS, 2005. P. 281-301. CAP.10.

[4] CALIL JUNIOR, C.; LAHR, F. A. R.; DIAS, A. A. DIMENSIONAMENTO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS DE MADEIRA. BARUERI: MANOLE, 2003. 157P.

[5] CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE SKATE. PESQUISA DATAFOLHA 2015. [S. L.]: CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE SKATE, 2015.

[6] CONFERERAÇÃO BRASILEIRA DE SKATE. MERCADOS DO SKATE NO BRASIL E NO MUNDO. 2016. DISPONÍVEL EM: < HTTP://UMTI.DYNDNS.INFO:8040/PAGINAS/MERCADOS-DO-SKATE-NO-BRASIL-E-NO-MUNDO>. ACESSO EM: 12 JUL. 2017.

[7] FERREIRA, B. S.; CAMPOS, C. I.; SILVA, M. S.; VALARELLI, I. D. CISALHAMENTO NA LINHA DE COLA DE COMPENSADOS DE EUCALYPTUS SP. E ADESIVO PVA. FLORESTA E AMBIENTE, N.19(2), P. 141-146, 2012.

[8] GOULART, S. L.; MORI, F. A.; ALMEIDA, N. A.; MENDES, R. F.; MENDES, L. M. RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE PAINÉIS COMPENSADOS PRODUZIDOS COM ADESIVO À BASE DE TANINOS DE STRYPHNODENDRON ADSTRINGENS (BARBATIMÃO). . FLORESTA E AMBIENTE, N. 19(3), P. 308-315, 2012.

[9] IWAKIRI, S; KEINERT JÚNIOR, S; MENDES, M. L. PAINÉIS DE MADEIRAS COMPENSADA. IWAKIRI, S. PAINÉIS DE MADEIRA RECONSTITUÍDA. CURITIBA, PR: ED. FUPEF, 254P. 2005. CAP. 3.

[10] MARTINES, E.; SILVA, E. F. FABRICAÇÃO DE SHAPES DE SKATE. INSTITUTO DE TECNOLOGIA DO PARANÁ, 2012. 23P.

[11] ROTH, C. A. VISTA SKATEBOARD. CENTRAL DE CASES ESPM, [S.L], P.1-5, MAR. 2010.

CAPÍTULO 15

APLICAÇÃO DO MASP PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM PLANO DE AÇÃO PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM UMA EMPRESA DE PREMOLDADOS

Rômulo de Arêa Leão Araújo Sobrinho
Belchior Rodrigues dos Santos Neto
Mariana Silva Moura
Maria Clara Almendra Freitas Cortez
Francismilton Teles

Resumo: Este trabalho relata em um estudo de caso, uma abordagem da implementação do MASP como ferramenta para a identificação, observação e resolução de problemas de desperdício de material na produção de artigos de concreto pré-moldado em uma empresa de Teresina, Piauí, tendo como objetivo a proposição de um plano de ação que pudesse bloquear as causas do problema e incentivar a melhoria contínua. A coleta dos dados foi realizada em uma visita para realização de entrevista com o proprietário da empresa e uma visita para observação do processo produtivo e reunião com os responsáveis pela produção, a fim de identificar e avaliar as possíveis causas do problema, para que uma solução assertiva e amplamente defendida fosse desenvolvida. Por fim, os resultados finais deste trabalho revelam as principais causas do problema da empresa e propõe um plano de ação voltado para resolução da complicação.

Palavras-chave: Gestãoda Qualidade MASP Pré moldados

.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil no Brasil é de importante participação no cenário das atividades econômicas realizadas no país. Nos últimos anos, o setor vem ganhando produtividade e uma ampla participação no PIB Brasileiro, o que acarreta várias mudanças e tendências de crescimento para o setor industrial. (OLIVEIRA, 2012).

Entretanto, seu desenvolvimento tecnológico, não reproduz a importância econômica representada na economia nacional. O desperdício de recursos e a má qualidade da mão de obra, são recorrentes nos mais diversos fóruns de discussão do setor (SENDEN, 2015).

A construção civil é comumente vista como atrasada, quando comparada a outros ramos industriais. A razão disso é o fato de apresentar, de maneira geral, baixa produtividade, desperdício de materiais e baixo controle de qualidade (BRUMATI, 2008).

Neste sentido, a nova realidade imposta à construção civil brasileira, coloca a pré-moldagem das estruturas como alvo de interesse crescente na busca por modernização do setor. O potencial desta técnica, principalmente na construção de estruturas de edifícios de pequena altura, é notável no Brasil (MARCOS NETO, 1998).

Para Senden (2015), os pré-moldados oferecem, ainda, diversas vantagens técnicas e logísticas quando falta espaço no canteiro de obra. Neste caso, usa-se elementos protendidos (pré-tensão e pós-tensão) que previnem deformações e fissuras nas peças de concreto. Além disso, o método atende uma gestão voltada ao *just in time,* em que os componentes chegam apenas na hora da montagem, sem necessidade de estoque e mão de obra ociosa.

Apesar da busca incessante por materiais de concreto pré-moldado, a empresa foco deste estudo, Mr. N Pré-moldados, empresa localizada entre os municípios de Teresina e Demerval Lobão, apresenta dificuldades no fornecimento de seus produtos, principalmente ocasionados pelo desperdício de matéria prima durante o seu processo produtivo, o que é refletido nos altos custos de produção e, consequentemente, no preço de venda, minando a competitividade da empresa frente aos seus concorrentes.

Devido à importância do setor de pré-moldados, enfatizada pelos dados acima mencionados, o objetivo geral deste trabalho é estudar o processo produtivo da Mr. Pré-moldados e aplicar o MASP – Metodologia de Análise e Solução de Problemas – para identificar e explorar o problema e, por fim, propor uma solução para a empresa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GESTÃO DA QUALIDADE

A busca pela qualidade de produtos e serviços é cada vez mais presente na sociedade, por meio do aumento da exigência dos clientes, pelo ambiente organizacional, onde a concorrência está cada vez mais acirrada. Nesse contexto, a qualidade estabelece um diferencial competitivo para as organizações, por meio de melhorias nos processos e na qualificação das pessoas e minimização dos defeitos (CARVALHO; PALADINI, 2012).

A organização das empresas na gestão da qualidade consiste em produtos e serviços com qualidade, envolvendo alta conformação às especificações, aparência atrativa do produto, baixos defeitos, tempo curto de manufatura além da tecnologia envolvida no processo. O crescente uso de tecnologias na produção associadas ao processo da gestão da qualidade possibilita um aumento da produtividade e competitividade (MARINO, 2006).

De acordo com a NBR ISO 9000:2005 é necessário dirigir e controlar a organização com transparência e sistemática a fim de alcançar o sucesso. Para tanto, pode-se utilizar um sistema de gestão, como por exemplo, a gestão da qualidade, concebido para melhorar continuamente o desempenho da organização. Deste modo, "o sistema de gestão da qualidade representa a parte do sistema de gestão da organização cujo enfoque é alcançar resultados em relação aos objetivos da qualidade, para satisfazer às necessidades, expectativas e requisitos das partes interessadas" (NBR ISO 9000, 2005, p.7)

2.1.1 MASP

Segundo Sampara, Mattioda e Cardoso (2009), o método para análise de solução de problemas permite a geração de melhorias e tomada de decisões, onde a solução de

problemas é possível através das análises do relacionamento entre características e causas de um problema, com a tomada de ações corretivas apropriadas.

Além disso, o MASP é realizado com base no ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir). A etapa de planejamento engloba a identificação do problema, observação, análise das causas e elaboração do plano de ação; a etapa de execução refere-se à execução do plano elaborado; na etapa de verificação busca-se saber se a causa do problema foi bloqueada e a etapa de ação divide-se em padronização, para a prevenção do reaparecimento do problema e conclusão, buscando melhorias futuras (MARIANI, 2005). Na figura 1 ilustra-se graficamente a Metodologia de Análise e Resolução de Problemas:

Figura 1 – Representação gráfica do MASP.

PDCA	FLUXO	ETAPA	OBJETIVO
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vistas.
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais.
	4	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais.
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo.
	?	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

Fonte: Adaptado de Campos (2004)

2.2 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Para melhor entendimento acerca das ferramentas da qualidade, é importante observar que o conceito de qualidade vem evoluindo com o tempo, inicialmente apenas relacionado à conformidade e com as especificações, posteriormente ligada a visão de satisfação e atualmente, a um conceito mais global como ferramenta estratégica na sustentabilidade das organizações (JURAN, 1992). Nesse contexto, conforme Nadae et al (2009) as ferramentas da qualidade foram estruturadas, especialmente, após a segunda metade do século XX e continuam sendo incorporadas aos sistemas de gestão empresarial nos dias atuais.

Assim, segundo Costa (2010) Kaoru Ishikawa foi o responsável pela criação de um método que mudou a maneira de como as pessoas pensam sobre o controle de qualidade, técnicas conhecidas como: As Sete Ferramentas de Controle de Qualidade. Segundo o autor esse conjunto de procedimentos possibilita para a organização melhorar etapas de produção, além de identificar problemas e priorizá-los facilitando a tomada de decisão.

Nesse sentido, dentre as ferramentas existentes cabe a organização selecionar as ferramentas mais adequadas para determinada problemática, segundo Montgomery (2004) as ferramentas da qualidade são: Fluxograma, diagrama de

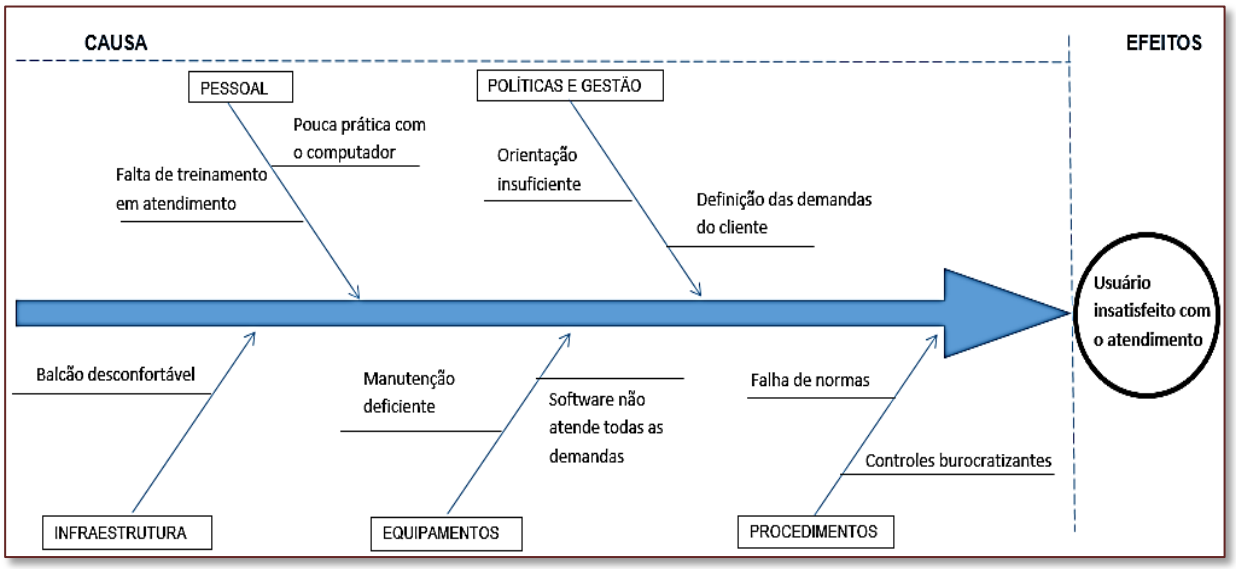
ishikawa, folhas de verificação, diagrama de pareto, histograma, diagrama de dispersão e as cartas de controle. O Diagrama de Causa e efeito, por exemplo, é uma importante ferramenta usada na gestão, controle e no sistema de gerenciamento da qualidade, assunto abordado no próximo tópico.

2.2.1 DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO

O Diagrama de Causa e Efeito (ou Diagrama de Ishikawa), é utilizado para identificar as causas de um problema. A partir de possíveis causas, o diagrama permite desdobrá-las até os níveis de detalhe adequados à solução do problema. Entre as vantagens dessa ferramenta, estão a hierarquização das causas identificadas, foco no problema, condução a uma efetiva pesquisa das causas, aplicável a problemas de diferentes naturezas e identificação do nível de compreensão que a equipe tem do problema (LINS, 1993).

A Figura 2 representa o Diagrama de Causa e Efeito, onde à esquerda são enumeradas as possíveis causas do problema e à direita o problema é descrito.

Figura 2 – Representação do diagrama de causa e efeito.



Fonte: Adaptada de Lins (1993).

De acordo com Fornari Junior (2010), o Diagrama de Causa e Efeito é elaborado de acordo com os seguintes passos: determinação do problema a ser estudado (identificação do efeito); relato das possíveis causas, com o registro no diagrama; construção do diagrama e classificação das causas em "6M" (mão-de-obra, método, matéria-prima, medida e meio-ambiente); análise do diagrama, identificando as verdadeiras causas e correção do problema.

2.2.2 5W2H

Essa ferramenta é conhecida como um plano de ação, segundo Werkema (1995), o 5w2h é resultado final do desenvolvimento da etapa Plan do ciclo PDCA de maneira simples, objetivo e com uma alta facilidade de uso, que ganhou popularidade com a propagação das práticas de gestão de qualidade e projetos.

Polacinski (2012, *apud* SILVA, 2013) descreve que a esse plano de ação utiliza-se atividades pré-estabelecidas e que necessitam de um desenvolvimento mais esclarecedor, além de servir para mapear tais atividades. Segundo Lisbôa & Godoy (2012), o método do 5W2H proporciona ao tomador de decisão um auxílio na identificação de problemas, analisa seus aspectos, tornando mais simples encontrar a solução. A ferramenta possui tal nome porque seu objetivo principal é responder sete questões descritas a seguir:

- What (o quê?): qual item de controle está sendo avaliado?
- Who (quem?): quem é o responsável pela atividade que está sendo avaliada?
- Where (onde?): onde a atividade em questão é executada?
- Why (por quê?): qual o motivo da realização de tal atividade?
- When (quando?): em que período a atividade é realizada?
- How (como?): de que modo a atividade é executada?
- How much (quanto?): quanto se gasta ou se perde na operação estudada?

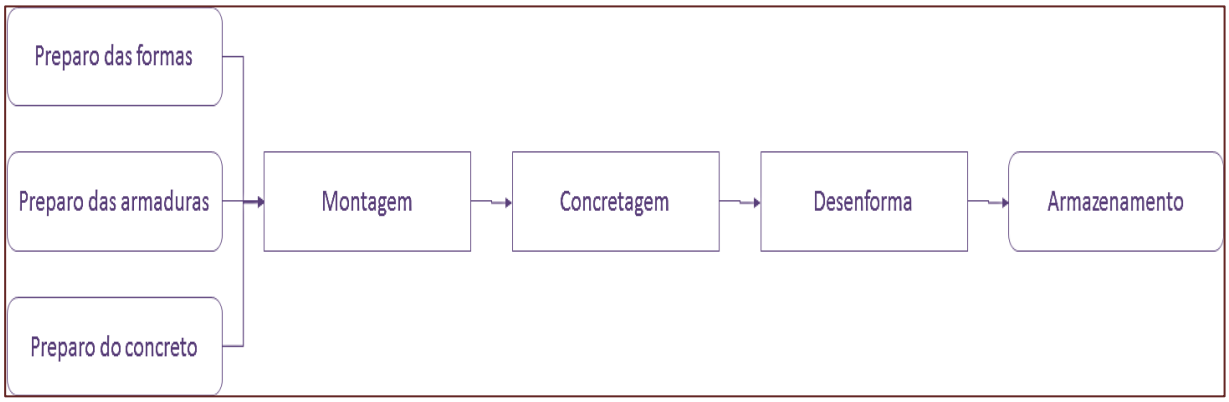
2.3 PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE PRÉ-MOLDADOS

A produção de elementos estruturais de concreto pré-moldado, vai desde a etapa de execução dos elementos, até sua disposição final na obra. A execução dos elementos pré-moldados - parte que cabe ao Mr. Pré-Moldados - pode ser subdividida em nove fases (SENDEN, 2015):

- Preparação dos materiais: nesta fase ocorre a dosagem do concreto e a preparação das armaduras, corte e dobramento das barras de aço;
- Transporte dos materiais ao local de trabalho;
- Preparação da forma e da armadura (limpeza, aplicação do óleo desmoldante, colocação da armadura e aplicação das cargas de protensão;
- Moldagem: lançamento do concreto nas fôrmas e adensamento mecânico;
- Cura do concreto: período que o concreto permanece na forma para adquirir resistência;
- Desmoldagem: etapa que envolve a retirada do elemento de sua fôrma;
- Transporte interno: transporte do elemento do local de moldagem até o local de armazenamento;
- Acabamentos finais: investigação e reparo de alguns detalhes, como bolhas que ficam expostas após a concretagem e;
- Armazenamento: período que o elemento permanece na fábrica até seu envio à obra.

Nesse contexto, as fases processo produtivo do pré-moldado, pode ser representado de acordo com a figura 3, abaixo:

Figura 3 - Resumo do processo produtivo do pré-moldado.



Fonte: elaboração dos autores.

Segundo Richardson (1991, *apud* MARCOS NETO, 1998), a garantia de qualidade é um possível diferencial da técnica de pré-moldagem. A utilização de parâmetros (indicadores) desejáveis, referentes à durabilidade do produto, como fator água-cimento, nível de adensamento, possibilidade de cura e garantia do cobrimento da armadura, permitem alterar a realidade da construção civil.

Ainda segundo o autor, dispostos os indicadores de qualidade desejáveis, outro fator determinante, e de interesse capital, no quesito da qualidade, é estabelecer índices de controle ao longo do processo, que englobem:

- Erro de confecção e leitura de projeto;
- Erro de corte e preparo da armadura;
- Erro de dosagens do concreto;
- Erro do nível de adensamento desejado;
- Erro de armazenamento;
- Erro no transporte dos elementos;
- Erro de posicionamento de elementos na montagem.

Marcos Neto (1998) ressalta que, se ponderados adequadamente, estes indicadores podem tornar-se poderosos parâmetros para o estabelecimento de ações corretivas e preventivas, a fim da busca incessante pela melhoria contínua do processo.

3 METODOLOGIA

A pesquisa científica pode ser classificada de acordo com sua finalidade (básica ou específica), de acordo com seus objetivos (exploratória, descritiva ou explicativa) e quanto aos métodos (GIL, 2010).

Este trabalho tem como finalidade uma pesquisa básica, visto que pretende-se agregar conhecimento sobre um tema geral. Quanto aos objetivos, a pesquisa tem caráter descritivo, pois identifica relações entre variáveis, proporcionando uma visão diferenciada sobre o problema de pesquisa. Por fim, em relação aos métodos, esta pesquisa é classificada como um estudo de caso, caracterizado por ser um estudo profundo, de poucos objetivos, permitindo amplo e detalhado conhecimento (GIL, 2010).

Quanto à abordagem do problema, Prodanov e De Freitas (2013) defendem que a pesquisa pode ser quantitativa, onde dados e informações são transformados em números e, desta forma, analisados, qualitativa, quando há a interpretação dos dados obtidos, ou mista, quando há características das duas categorias anteriormente mencionadas.

Desta forma, classifica-se esta pesquisa como qualitativa, devido à interpretação e análise do problema, com a utilização da ferramenta MASP - Metodologia de Análise e Solução de Problemas - para identificação da causa raiz e proposição de um plano de ação.

Esta pesquisa visou auxiliar a gerência da empresa na parte de Planejamento do MASP, representada pela: identificação do problema; observação; análise; e desenvolvimento do plano de ação. As demais etapas como execução do plano de ação, verificação da eficácia do bloqueio, padronização e conclusão, cabe à gerência da empresa, sendo apenas realizada uma proposta de seguimento da metodologia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 A EMPRESA

A empresa Mr. N. Premoldados é uma empresa de materiais de concreto pré-moldado para construção civil, localizada no trecho entre Teresina e Demerval Lobão. O presente trabalho focou no sistema produtivo de maneira sistêmica, visto que os processos dos diferentes produtos funcionam da mesma forma, tendo como alteração apenas o tipo de molde a ser utilizado. Todas as etapas subsequentes seguem da mesma forma.

Não existe um organograma bem definido na empresa. Atualmente, são 20 funcionários divididos entre os cargos de motoristas, soldadores dos moldes e operários. A função de supervisão cabe ao filho do proprietário, que acumula também a função de gerência da fábrica. Já o proprietário é responsável pelo setor comercial e financeiro.

4.2 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

No dia 2 de Abril de 2017 realizou-se uma primeira visita, a fim de conhecer a fábrica, conversar com o proprietário sobre um panorama geral e conhecer suas dores. Mesmo com a planta parada por 15 dias e todos os funcionários em férias coletivas, foi informado à equipe de pesquisadores de que o principal problema que a fábrica enfrentava, era o alto custo de produção, ocasionado pelo desperdício de material durante o processo produtivo.

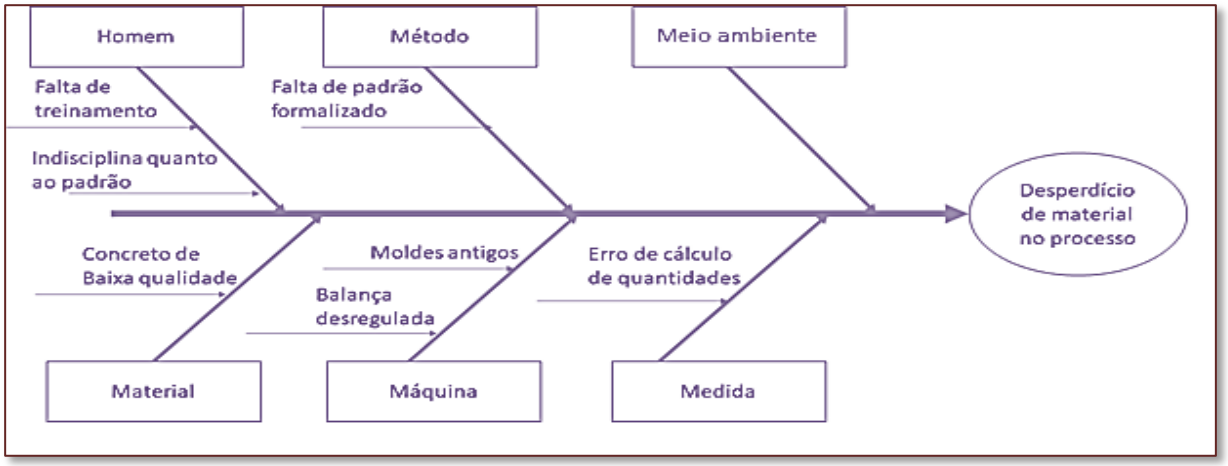
Este alto custo minava a produtividade da empresa que, segundo o proprietário, já fora líder do segmento, fornecendo inclusive para prefeituras e governos de gestões anteriores. Entretanto, a adoção de tecnologias de fabricação mais econômicas por parte dos concorrentes, tornou o preço da Mr. N Premoldados defasado, cerceando as chances da empresa de ganhar licitações e, desta forma, perdendo sua fatia de mercado.

4.3 OBSERVAÇÃO DO PROBLEMA

Em uma segunda visita realizada no dia 5 de Maio de 2017, após o retorno das atividades por parte dos operários, buscou-se, inicialmente, observar o processo produtivo e o método empregado pelos operários em cada etapa do processo. Em seguida, realizou-se um *brainstorming* com o gerente, o proprietário e o operário mais antigo da fábrica, identificado como líder da produção.

A reunião teve duração de 2 horas e teve como objetivo identificar possíveis causas que pudessem ocasionar o desperdício de material durante o processo produtivo. Todas as sugestões foram anotadas e ao final da sessão, houve votação para identificar as causas mais relevantes. Tais causas são listadas no Diagrama de Causa e Efeito da Figura 4:

Figura 4 - Diagrama de Causa e Efeito.



Fonte: Elaboração dos autores.

Após o desenvolvimento do diagrama, houve nova reunião com a mesma equipe, na tarde do mesmo dia, para que fossem debatidas cada uma das possíveis causas.

Nesta reunião, eliminou-se a possibilidade de a causa raiz ser o uso de concreto de baixa qualidade, pois o concreto utilizado é de origem certificada e é o mesmo utilizado pelos concorrentes. Quanto a antiguidade dos moldes, eliminou-se a possibilidade por existirem soldadores responsáveis por realizar manutenção constante, mantendo sempre nos padrões exigidos. Realizou-se testes de aferição na balança, constatando sua regulagem normal. Por fim, eliminou-se a possibilidade de indisciplina do operário quanto ao padrão, pois constatou-se que não havia padrão formalizado, apenas empírico.

4.4 ANÁLISE DOS FATOS

Após as duas reuniões, restaram então 3 possíveis causas. Entretanto, houve um consenso de que não se poderia combater o problema, combatendo apenas uma das causas, pois as três estavam intimamente relacionadas.

Não havia de fato um erro de cálculo de quantidades, mas uma defasagem. Os cálculos nas quantidades de matéria prima a ser curada foram realizados há cerca de 15 anos atrás, quando os materiais possuíam propriedades físico-mecânicas pouco avançados, necessitando de quantidades diferentes das atuais.Seria então necessário um novo cálculo das quantidades necessárias. Desta forma, sugeriu-se à gerência que houvesse a contratação de uma consultoria técnica com equipamentos e conhecimentos adequados à realização da tarefa.

Seguinte a isso, realiza-se a padronização do processo produtivo, contendo os passos a serem seguidos por todos os operários, sempre, e com a indicação de quantidades em cada passo, quando necessário. Para isso, propôs-se à empresa o desenvolvimento de um POP - Procedimento Operacional Padrão - para cada um dos produtos oferecidos, a fim de mitigar os efeitos da

variabilidade dos diferentes métodos e quantidades empregados pelos funcionários. Junto com a sugestão, disponibilizou-se uma planilha em Excel contendo um modelo editável de POP, inclusive com sugestão de revisão periódica do procedimento, conforme a Figura 5:

Figura 5 – Modelo editável de POP

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO POP				
CODIGO	DATA EMISSÃO	DATA VIGÊNCIA	DATA DE REVISÃO	VERSÃO
ASSUNTO				
OBJETIVO				
SETOR				
PERIODICIDADE DA EXECUÇÃO				
RESPONSÁVEL				
INDICAÇÃO				
MATERIAIS E FERRAMENTAS				
PROCEDIMENTO				
FLUXOGRAMA				

Fonte: Elaboração dos autores

Por fim, propôs-se o treinamento dos operários com base nos novos procedimentos formalizados, enfatizando a necessidade e a importância de seguir o POP e os benefícios de seu uso.

4.5 PROPOSIÇÃO DO PLANO DE AÇÃO

Com base nas sugestões realizadas no tópico anterior, desenvolveu-se, em conjunto com a gerência da fábrica, um plano de ação que representasse a formalização das decisões tomadas nas reuniões anteriores. O Quadro 1 apresenta o Plano de Ação acordado com a gerência:

TABELA 1 – Plano de ação

O Quê	Quem	Quando	Onde	Porquê	Como
Pesquisa de preços e orçamentos de consultorias técnicas especializadas em soluções de concreto	Gerente de Fábrica	15/5/2017	Setor Administrativo	Para buscar o menor preço com a melhor técnica	Por meio de telefonemas, e-mails e visitas
Contratação da consultoria técnica	Proprietário	30/5/2017	Setor administrativo	Para desenvolver o novo método de produção dos pré-moldados	Escolha da consultoria que apresentar o melhor preço e a melhor técnica
Desenvolvimento do novo processo de produção	Equipe de consultores	30/6/2017	Chão de Fábrica	Para atualizar as quantidades de material e os métodos empregados	Por meio da técnica que a equipe possuir experiência
Desenvolvimento dos POPs	Gerente de Fábrica	15/6/2017	Setor administrativo	Para formalizar os novos padrões a serem seguidos	Preenchimento do modelo disponibilizado pelos pesquisadores
Realização dos treinamentos referente aos POPs	Gerente de Fábrica	30/6/2017	Sala de Treinamentos	Para comunicar a existência de novos padrões e treinar os operadores	Treinamento teórico e prático
Coleta de resultados e análise dos ganhos em relação ao método antigo	Proprietário	30/7/2017	Setor administrativo	Para confirmar se houve melhoria e de quanto houve	Coleta de dados e análise dos relatórios gerenciais

Fonte: Elaboração dos autores

Incluiu-se no Plano de Ação, a análise dos ganhos do novo método desenvolvido em relação ao anterior para que haja, desta forma, uma mensuração financeira dos ganhos. Sugere-se ainda, que a análise de dados da produção torne-se uma rotina. Para isso, o ideal seria o desenvolvimento de indicadores de produtividade que sejam alimentados e analisados periodicamente, já que constatou-se nesta pesquisa que não há o hábito de mensurar as perdas e ganhos da produção, bem como índices de eficiência, eficácia e qualidade, por exemplo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas entrevistas realizadas com os gestores e líderes de produção da empresa e nas observações realizadas *in loco*, observou-se a real falta de padronização do processo produtivo, onde cada funcionário seguia sua própria sequência lógica e seus cálculos de

quantidade de matéria a ser utilizada, com base em sua experiência empírica.

Desta forma, sugeriu-se à empresa a contratação de uma consultoria técnica que pudesse analisar novas tecnologias de produção, bem como balanceamento das quantidades de material utilizado no processo. A partir dos resultados apresentados pela consultoria, os próximos passos sugeridos são a formalização dos novos processos de produção por meio de POPs - Procedimentos Operacionais Padrões - e, em seguida, o treinamento dos funcionários.

Ressalta-se que apenas com esforço e dedicação é que os resultados desejados podem ser alcançados e que apenas com comprometimento e disciplina é que os resultados podem ser mantidos e padronizados.

O presente trabalho alcançou seu objetivo geral, visto que o estudo do processo produtivo encontrou as possíveis causas-raiz do problema abordado pelo proprietário e que o Plano de Ações proposto foi amplamente aceito pela gerência da empresa e que, até o final da redação deste trabalho, já estava sendo colocado em prática.

Desta forma, sugere-se que trabalhos futuros nesta mesma organização, confiram o cumprimento do plano de ação, bem como se houve ganho real após as melhorias e se o padrão foi mantido e obedecido pelos operários e se este padrão é constantemente revisado, como indicado.

Esta pesquisa permitiu que profissionais da área e estudantes interessados na área de gestão da produção, principalmente, pudessem visualizar uma aplicação prática do MASP - Metodologia de Análise e Solução de Problemas - e seus desdobramentos.

REFERÊNCIAS

[1] ANZANELLO, M. J.; LEMOS, F. O.; ECHEVESTE, M. E. APRIMORANDO PRODUTOS ORIENTADOS AO CONSUMIDOR UTILIZANDO DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD) E PREVISÃO DE DEMANDA – REVISTA: PRODUTO & PRODUÇÃO, VOL. 10, N. 2, P. 01 - 27, 2009.

[2] BRUMATI, D. O. USO DE PRÉ-MOLDADOS: ESTUDO E VIABILIDADE. MONOGRAFIA. VITÓRIA: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 2008.

[3] CAMPOS, V. F. GERENCIAMENTO DA ROTINA DO TRABALHO DO DIA-A-DIA. NOVA LIMA: INDG, 2004.

[4] CARVALHO, M. M. C.; PALADINI, E. P. GESTÃO DA QUALIDADE: TEORIA E CASOS. RIO DE JANEIRO: CAMPUS, ELSEVIER, 2006.

[5] GIL, A. C. COMO ELABORAR PROJETOS DE PESQUISA. 5. ED. SÃO PAULO: ATLAS, 2010.

[6] GODOY, P; LISBÔA, M; APLICAÇÃO DO MÉTODO 5W2H NO PROCESSO PRODUTIVO DO PRODUTO: A JÓIA. REVISTA IBEROAMERICANA DE ENGENHARIA INDUSTRIAL. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, V. 4. N. 7, 2012.

[7] JURAN, J. M.; GRYNA, F. M. CONTROLE DA QUALIDADE-HANDBOOK. 4 ED. VOL. III. SÃO PAULO: MAKRON BOOKS & MCGRAW-HILL, 1992

[8] LINS, B. F. E.. FERRAMENTAS BÁSICAS DA QUALIDADE. INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA (IBICT), BRASÍLIA, V. 22, N. 2, P. 153-161, MAI./AGO. 1993.

[9] MARIANI, C. A. PIZZINATTO; N. K. FARAH, O. E. MÉTODO PDCA E FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO GERENCIAMENTO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS: UM ESTUDO DE CASO. XII SIMPEP, BAURU, 2005.

[10] MARINO, H; L; F. GESTÃO DA QUALIDADE E GESTÃO DO CONHECIMENTO: FATORES-CHAVE PARA PRODUTIVIDADE E COMPETITIVIDADE EMPRESARIAL. SIMPEP, SÃO PAULO, 2006.

[11] MATA-LIMA, H. APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA GESTÃO DA QUALIDADE E AMBIENTE NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS. APONTAMENTOS DA DISCIPLINA DE SUSTENTABILIDADE E IMPACTES AMBIENTAIS. UNIVERSIDADE DA MADEIRA (PORTUGAL), 2007.

[12] MONTGOMERY, D. C. INTRODUÇÃO AO CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE. 4ª ED. LTC EDITORA, 2004.

[13] NADADE, J.: DE OLIVEIRA, J.; DE OLIVEIRA, O. UM ESTUDO SOBRE A ADOÇÃO DOS PROGRAMAS E FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM EMPRESAS COM CERTIFICAÇÃO ISSO 9001: ESTUDOS DE CASOS MÚLTIPLOS. GEPROS: GESTÃO DA PRODUÇÃO, OPERAÇÕES E SISTEMAS, V.4. P.93, 2009.

[14] OLIVEIRA, VALÉRIA FARIA. O PAPEL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. CONGRESSO

INTERNACIONAL DE COOPERAÇÃO UNIVERSIDADE-INDÚSTRIA. TAUBATÉ (SP), 2012.

[15] PRODANOV, C. C., FREITAS, E. C. METODOLOGIA DO TRABALHO CIENTÍFICO: MÉTODOS E TÉCNICAS DA PESQUISA E DO TRABALHO ACADÊMICO. 2ª EDIÇÃO. RIO GRANDE DO SUL: FEEVALE, 2013.

[16] RICHARDSON, J. G. (1991). QUALITY IN PRECAST CONCRETE. NEW YORK, JOHN WILEY & SONS INC EM: MARCOS NETO, NOÉ. ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS DE CONCRETO PARA EDIFÍCIOS DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS DE PEQUENA ALTURA: UMA ANÁLISE CRÍTICA. MONOGRAFIA. SÃO CARLOS: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1998.

[17] SENDEN, H. O. T. SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO. MONOGRAFIA. RIO DE JANEIRO: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, 2015.

[18] SAMPARA, E. J. MATTIODA, R. A. CARDOSO, R. R. ANÁLISE DE INSUMOS E APLICAÇÃO DE SISTEMÁTICA DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA GERAÇÃO DE MELHORIAS, 2009.

[19] SANTOS, L. A. ET AL. IMPLANTAÇÃO DE LAYOUT CELULAR EM UMA EMPRESA START-UP DE TECNOLOGIA. IN: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 34, 2014, CURITIBA. ANAIS DO XXXIV ENEGEP.

[20] SILVA, A.; RORATTOO, L.; SERVAT, M.; DORNELES, L.; POLACINSK, E. GESTÃO DA QUALIDADE: APLICAÇÃO DA FERRAMENTA 5W2H COMO PLANO DE AÇÃO PARA PROJETO DE ABERTURA DE UMA EMPRESA. SIEF. HORIZONTINA-RS. OUTUBRO 2013.

[21] WERKEMA, M. C. C. AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO GERENCIAMENTO DE PROCESSOS. VOL. 1. BELO HORIZONTE, MG: FUNDAÇÃO CHRISTIANO OTTONI, ESCOLA DE ENGENHARIA DA UFMG, 1995

CAPÍTULO 16

CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO: ANÁLISE E MELHORIA DE PROCESSOS

Julierme Italo Garcia do Nascimento
Érico Diego da Silva Dos Reis
Sandra de Souza Xavier
Ana Flávia Rezende

Resumo: Este artigo visa analisar e sugerir melhorias o processo de transferência de mercadorias de um Centro de Distribuição (CD), pertencente a uma rede de supermercados situada em uma cidade do interior de Minas Gerais. Com esse propósito, foram revisados conceitos de gestão por processos e operações em Centros de Distribuição. A metodologia utilizada para embasar o estudo foi descritiva e qualitativa, através da abordagem de estudo de caso, contando com revisão bibliográfica e levantamento de informações relevantes. As melhorias propostas têm como objetivo tornar os processos mais fluídos, buscando padronizar e formalizar os procedimentos adotados. Os resultados apresentados evidenciam a importância da gestão por processos, visando à eficiência da transferência de produtos de forma a atender as expectativas dos clientes.

1. INTRODUÇÃO

O atual cenário econômico e competitivo exige das organizações maior compromisso com a minimização de desperdícios e atrasos durante o processo logístico. A distribuição e o armazenamento de produtos influenciam diretamente a estratégia organizacional, composta por um conjunto de decisões, que englobam desde políticas de serviço ao cliente, estoques e logística, até decisões de produção (LACERDA, 2000).

As organizações vêm buscando diferentes estratégias de armazenamento de produtos. Ao passo dessas mudanças, a centralização dos estoques tem se tornado uma opção atrativa devido ao seu potencial de facilitar as entregas nas empresas. Desta forma, o Centro de Distribuição (CD) adquire destaque na cadeia logística atual.

Ulmer *et al.* (2011) afirmam que o CD é a estrutura principal na distribuição de produtos, pois, além de estocar e distribuir os mesmos, ele funciona como o centro da operação, e como tal, interferindo na gestão de processos. Compreender a importância dos Centros de Distribuição, e atender as inúmeras exigências tem sido um grande desafio.

É sabido que uma má administração de estoques pode acarretar em sérios prejuízos para a organização, por isso, os gestores estão optando por alternativas inovadoras e satisfatórias para os clientes, como o CD, que possuem como objetivo a resposta rápida diante das necessidades e expectativas dos clientes através da minimização do custo do transporte, do tempo de entrega e também do preço dos produtos (LACERDA, 2000).

A transferência de mercadorias pode ser considerada o princípio do funcionamento de um CD, sendo a base para uma boa administração de estoque. Todo processo deve ser preciso, de modo a manter o controle total de suas mercadorias, diminuir ao máximo as possíveis falhas e lacunas processuais, padronizar as ações, para que o sistema funcione de forma ordenada, evitando possíveis gargalos ao longo do processo.

O presente artigo visa analisar e sugerir melhorias ao processo de transferência de mercadorias em um Centro de Distribuição pertencente a uma rede de supermercados situada em uma cidade do interior de Minas Gerais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FUNDAMENTOS DA GESTÃO POR PROCESSOS

Processo é um conjunto de atividades composto por entradas, processamento e saídas, com intuito final de oferecer um produto ou serviço ao cliente (HARRINGTON, 1993; HAMME e CHAMPY, 1994; SALERNO, 1999; GONÇALVES, 2000; PAIM, 2002; FITZSIMMONS e FITZSIMMONS, 2005).

Segundo Capote (2011), o gerenciamento de processos pode ser considerado um questionamento disciplinar para poder identificar, desenhar, executar, controlar e melhorar os processos de um negócio, visando alcançar resultados sólidos, alinhados com os objetivos da empresa. Durante a sua implementação, necessita-se inicialmente compreender os processos atuais. Existem várias ferramentas que auxiliam o gestor a compreender, medir e controlar as características do seu modelo de trabalho, como o mapeamento, o fluxograma e a análise de desempenho (FITZSIMMONS e FITZSIMMONS, 2005).

O mapeamento visa modificar positivamente os processos já praticados, ou implantar uma nova estrutura processual. Araújo (2006), afirma que a eficácia da gestão por processos será maximizada através do uso do mapeamento, dado que o mesmo identifica os pontos críticos dentro da organização.

Já o fluxograma demonstra de forma simples e eficaz, como as atividades são realizadas. De acordo com Slack *et. al.* (2009), os níveis dos processos são demonstrados em um diagrama visual de forma a obter uma compreensão global da organização. A sua relevância está relacionada ao seu baixo custo, além de evidenciar, de modo aprofundado, o fluxo de tarefas que envolvem uma atividade. Diante disto, é possível obter maior compreensão de todo processo e assim planejar evoluções (BIAZZO, 2000).

De acordo com Kaydos (1991), a análise de desempenho é um dos elementos mais importantes da gestão empresarial. Os indicadores permitem que o gestor compreenda o funcionamento organizacional, gerando informações relevantes para a tomada de decisão.

2.2 ANÁLISE DE DESEMPENHO

Uma empresa pode ser vista como uma série ordenada de atividades que visam atender as necessidades de seus clientes. Na realização dessas atividades, há o consumo de recursos, que se bem feito e organizado, pode proporcionar um diferencial para a organização, através da redução de custos, maior controle de estoque e maior conhecimento dos processos.

Diante de um contexto empresarial dinâmico, é primordial que as organizações possuam um sistema que contenha informações sobre o seu desempenho, dado que estas visam auxiliar o alcance dos objetivos empresariais.

Os indicadores de desempenho permitem acompanhar, avaliar, decidir, interferir ou modificar a execução e o planejamento de um processo, visando a melhoria dos resultados em determinada atividade. O sistema de indicadores deve auxiliar na medição e no controle do desempenho dos processos, apontando a direção mais adequada a ser seguida, visando melhorias nas operações (BOWERSOX, CLOSS e COOPER, 2007).

Os indicadores têm uma meta específica a ser alcançada em um determinado período de tempo. Segundo Johnston e Clark (2002), a medição do desempenho tem a função de comunicar o que é importante e relevante para a empresa, influenciando os funcionários.

Ñauri (1998) afirma que, com a implantação de um sistema de medição de desempenho, cria-se a expectativa de obtenção de alguns benefícios, principalmente no que diz respeito as melhorias de desempenho, sejam elas relacionadas aos processos ou ao atendimento dos clientes, permitindo, dessa forma, que as decisões sejam tomadas com base em fatos, conferindo se as melhorias implementadas estão sendo efetivas.

2.3 FUNDAMENTOS DE OPERAÇÕES EM CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO

Conforme a Associação Brasileira de Logística (2016), Centro de Distribuição (CD) pode ser definido como um armazém que tem por objetivo realizar a gestão dos estoques de mercadorias na distribuição fixa.

Os armazéns de produtos acabados, gerenciados tempos atrás pelas próprias fabricantes, foram substituídos pelos CDs, que transformam-se em grandes polos geradores de carga, localizados em área de fácil acesso e com infraestrutura apropriada para cada produto armazenado (LIMA, 2002).

2.4 FUNÇÕES DO CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

As atividades primárias (recebimento, movimentação, armazenagem, processamento de pedidos, transporte) podem ser consideradas como as que mais contribuem para os custos dentro da empresa, sendo, portanto, de grande importância no âmbito logístico.

A operação do CD começa com a etapa do recebimento. Nela, ocorre a descarga dos itens enviados pelo fornecedor e a conferência de quantidade e qualidade. Após a conferência, são emitidas as notas fiscais. É importante lançar esses novos dados no sistema o mais breve possível, a fim de atualizar o estoque. Esta função é a base para todas as outras, portanto, deve ser realizada de forma atenta e correta (RODRIGUES, 2003).

Segundo Vieira (2011), a movimentação pode ser considerada uma das funções mais complexas no CD, pois consiste no transporte das mercadorias, podendo ser da área de recebimento até a área de armazenagem ou a realocação de um produto já armazenado.

Logo, a armazenagem pode ser definida como a manutenção de um estoque temporário dos produtos, até que sejam vendidos; enquanto o transporte consiste na retirada e na separação dos produtos corretos.

O processamento de pedidos é a última fase, onde ocorre a verificação das mercadorias anteriormente separadas. Após essa etapa, é feita a pesagem das cargas, a validação dos pedidos e a emissão dos documentos necessários (RODRIGUES, 2003).

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa possui natureza descritiva-qualitativa, utiliza abordagem de estudo de caso, pesquisa bibliográfica e levantamento de informações. A natureza descritiva, ocorre quando se transcreve, analisa e estabelece uma relação de fatos sem forjá-los (CERVO, BERVIAN e SILVA, 2007). Logo, a pesquisa qualitativa analisa e realiza a interpretação de

aspectos mais detalhados do objeto avaliado (MARCONI e LAKATOS, 2010).

O estudo de caso é uma análise sobre uma um objeto de pesquisa que possua dados minuciosos a serem ou não utilizados no campo (VERGARA, 2007). A técnica utilizada para a construção do estudo de caso foi baseada em uma pesquisa bibliográfica e levantamento de informações. A pesquisa bibliográfica busca explicar um determinado assunto através de referências teóricas publicadas por autores da área de conhecimento em estudo (Cervo *et al.*, 2007). Já o levantamento de informações foi realizado através da participação direta no processo, observação sistemática e entrevistas informais.

4. RESULTADOS

4.1 CENÁRIO ANTERIOR

Durante o período de observação, constatou-se que a empresa tem à sua disposição um sistema de informação capaz de gerenciar todos os departamentos e filiais existentes. Entretanto, o mesmo era subutilizado, frente aos seus benefícios. A maioria das funções usadas era reproduzida manualmente em cadernos e papéis.

O cadastro de produtos era único, mas os estoques das lojas eram independentes, gerando a necessidade de um processo de transferência de mercadorias através do sistema. Tal processo apresentava limitações, como execução manual do processo de CD foram identificadas inúmeras vezes em que os colaboradores, desprezando as regras estabelecidas, buscavam fraudar ou tão somente facilitar seu trabalho, fazendo pedidos via telefone e/ou pedaços de papel. Os pedidos informais eram inseridos no sistema sem fidedignidade com a solicitação original, conduzindo diferenças no estoque.

Quando o pedido não era especificado de forma apropriada, criava-se precedente para que os envolvidos na separação e carregamento fizessem a troca dos produtos faltantes por similares. Entretanto, produtos similares nem sempre eram informados adequadamente, criando-se inconsistências no sistema, na comunicação com os vendedores e consequentemente impactando negativamente todo o departamento de logística.

O cadastro conta com mais de 30.000 itens ativos de giro constante, sendo imprescindível o seu controle através do sistema de informação. Contudo, diante do exposto anteriormente, a inconsistência gerada originava a necessidade de contagem de todo estoque de três em três meses. Um procedimento dispendioso, demorado e cansativo que só deve ser feito, no máximo, duas vezes ao ano, segundo as melhores práticas.

Ademais, os produtos atendidos de cada pedido eram distribuídos às lojas sem conferência prévia, e na presença de falhas, o responsável da loja acionava o departamento de logística o mais breve possível para correções. Contudo, tais correções geravam ineficiências e discussões entre os membros da equipe. Assim, observa-se que o processo de transferência bem realizado é de absoluta importância para a execução eficaz do controle de estoque.

4.2 MAPEAMENTO DO PROCESSO DE TRANSFERÊNCIA DE MERCADORIAS

Conhecido o cenário anterior, a primeira proposta de melhoria foi o mapeamento do processo de transferência no respectivo Centro de Distribuição, identificando os seus pontos críticos.

O processo de transferência inicia-se com a listagem de pedidos de produtos, sendo elaborada pelos repositores de cada unidade, que após elencar os itens faltantes nas prateleiras, encaminham a relação para o colaborador responsável transformá-la em uma lista padrão de pedidos e enviar ao CD.

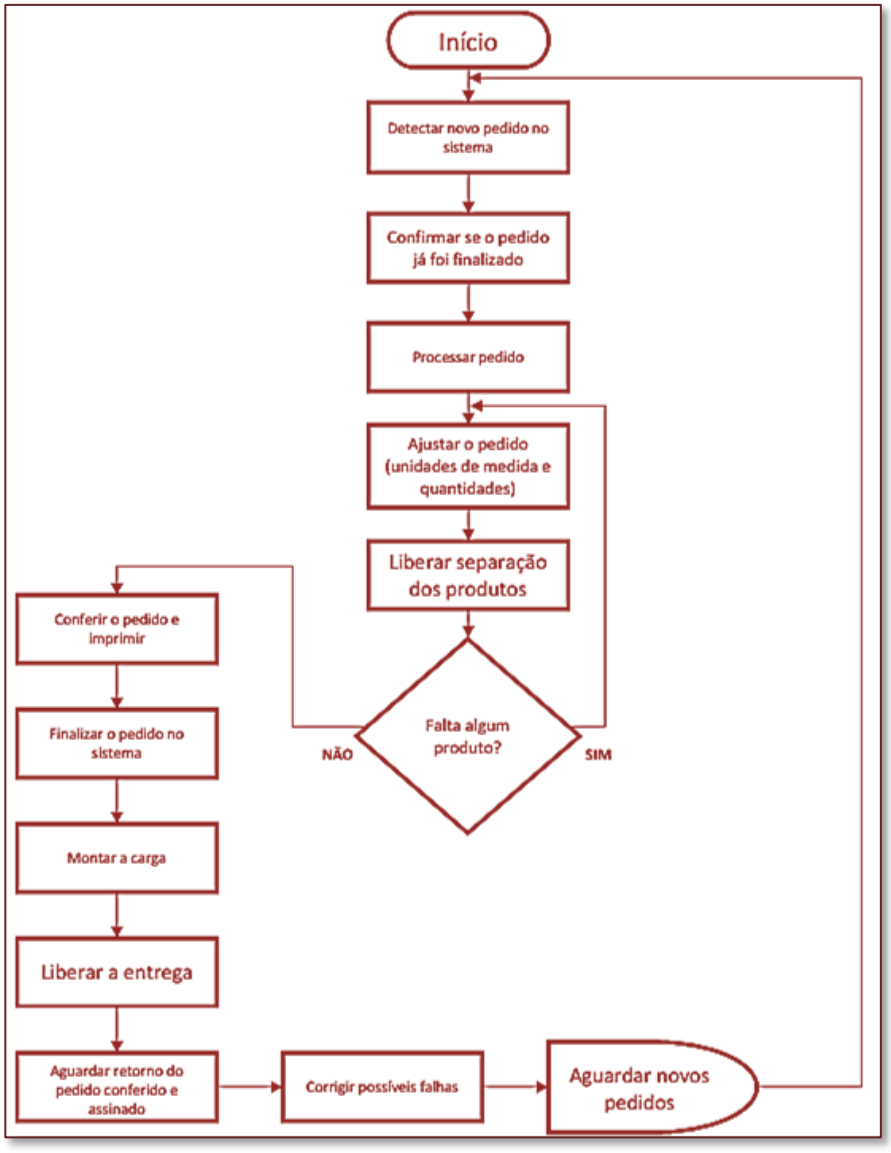
A etapa seguinte contempla a separação dos produtos, sendo controlada através 3 (três) vias impressas de cada pedido. Cada via se destina a uma seção específica do armazém. A primeira é encaminhada para a seção de produtos pesados (caixas e fardos de produtos alimentícios em geral). A segunda é destinada para a seção de materiais de limpeza, higiene pessoal e utilidades. A terceira é enviada para a seção de varejo. Ao término da separação, essas três vias são confrontadas e é realizada a marcação de todas as faltas e alterações de produtos em cada uma delas no sistema. Logo, durante o carregamento, os produtos são acomodados em paletes, sem a atividade de conferência, e posicionados no caminhão.

Finalmente, é impressa uma via adicional, que acompanhará o produto, sendo conferida pelo responsável da loja no momento do descarregamento. Caso ocorra algum erro, estes são encaminhados de volta para realização de conferência.

4.3 FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE TRANSFERÊNCIA DE MERCADORIAS

A segunda proposta de melhoria é a utilização do fluxograma do processo de transferência das mercadorias desenvolvido durante a presente pesquisa. Assim sendo, as Figuras 1 e 2 apresentam o fluxograma desenvolvido.

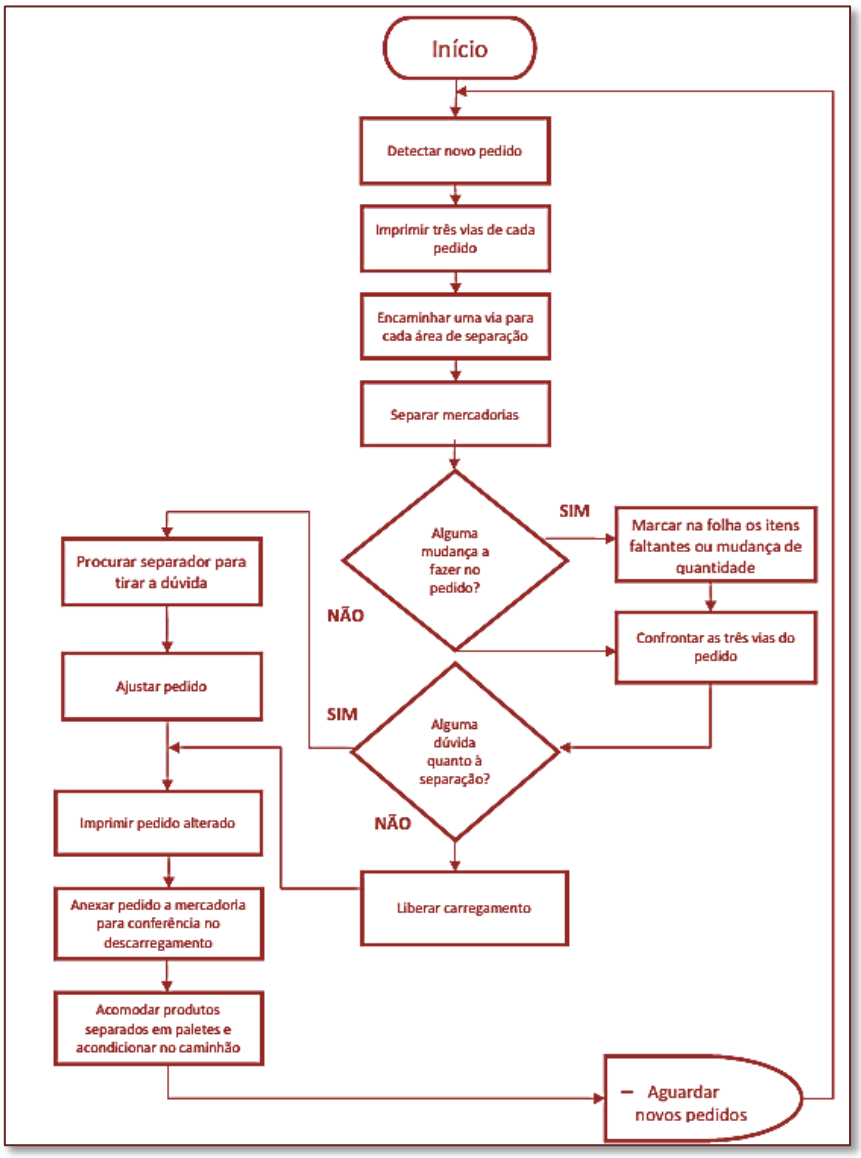
Figura 1: Fluxograma do processo de identificação e liberação de pedidos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

De forma complementar, durante a conferência, sugere-se que os pedidos sejam separados e enviados para o setor de expedição, onde será realizada uma conferência no carregamento, e ao chegar no destino, outra conferência. Em caso de qualquer divergência, os pedidos devem retornar ao CD para que sejam corrigidos.

Figura 2: Fluxograma do processo de separação e saída de pedidos



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Visando a eficiência e eficácia da transferência dos pedidos, se faz necessário a implantação do sistema de localização dos produtos no depósito, com o intuito de facilitar a separação por parte dos colaboradores responsáveis por cada área. Tal proposta justifica-se devido à dificuldade encontrada pelo colaborador substituto localizar determinados produtos dentro do corredor. Atualmente, o tempo de busca dos produtos no depósito é demasiado longo, pois os produtos não ficam em lugares específicos, sendo a pessoa que guardou a única que sabe onde o produto está num primeiro momento.

Como já existe um sistema integrado entre as lojas e o CD, é extremamente necessário para um bom funcionamento do processo, minimização de erros e maximização da eficiência, que todos os pedidos sejam realizados via sistema, sem exceção.

4.4 INDICADORES DE DESEMPENHO PROPOSTOS

A terceira e última sugestão de melhoria refere-se a utilização de um conjunto de indicadores de desempenho. Esses exercem uma importante função na criação de uma vantagem competitiva, pois tem como

finalidade agregar valor através da disponibilidade imediata dos produtos, com a demanda solicitada e no tempo hábil, de acordo com a necessidade do cliente (ÑAURI, 1998).

No que diz respeito à quantidade de indicadores que podem ser utilizados, o ideal é que sejam de 4 a 6 indicadores somente, pois um número maior de indicadores pode tornar a medição difícil, acarretando em tomadas de decisão ineficientes.

Quanto a frequência das medições, alguns indicadores podem ser apurados diariamente, outros mensalmente. A frequência tem que ser definida de forma que o responsável disponha de tempo adequado para a tomada de decisão mais eficiente, em cada situação específica.

4.4.1 INDICADORES DE GESTÃO DO ESTOQUE

O número de produtos pode ser um indicador bem simples, mas indispensável para uma gestão de estoque adequada. É um dado fundamental para manter o controle eficiente sobre o quanto de um produto está disponível no estoque, se está em falta ou em excesso (VIANA, 2002). A quantidade de produtos pode ser feita através da contagem do inventário de estoque, facilitando o controle sobre a compra e venda de determinados produtos.

A cobertura de estoque serve para indicar por quanto tempo o estoque consegue manter um negócio abastecido, sendo observado o número de produtos em estoque e a quantidade de vendas realizadas.

O giro de estoque pode ser considerado um indicador de suma importância para a gestão, pois ajuda a identificar se um determinado produto ou lote está parado no estoque. Esse indicador aponta os itens que foram vendidos e renovados, ou se eles estão há muito tempo estocados, levando em conta um determinado período de tempo.

O tempo de reposição aplica-se no que diz respeito a abastecer o estoque, conforme as necessidades da organização, dentro de um determinado período de tempo. Ele mostra quanto tempo é necessário para que um item específico chegue ao estoque e seja direcionado para a venda. No cálculo desse indicador, também são levados em conta o tempo de aquisição, transporte, recebimento, registro e saída do item para a venda.

Já a acuracidade dos estoque, mede a diferença entre o estoque físico e a informação que está registrada no sistema (DEHORATIUS & RAMAN, 2004). Para medir acuracidade do estoque de forma correta, recomenda-se atenção quanto ao percentual de veracidade, uma vez que, se estiver abaixo de 99%, é necessário uma nova conferência, e quanto mais próximo de 100%, mais eficiente é o indicador.

4.4.2 INDICADORES DE LOGÍSTICA INTERNA

Segundo Coelho (2011), esses indicadores avaliam o desempenho de diferentes áreas da logística interna da empresa. A produtividade no recebimento avalia a quantidade de material recebida em um intervalo de tempo. A medida é feita pelo tempo (hora, dia ou semana) com relação a quantidade (pallets, itens, fardos, quilos), e quanto menor o resultado, pode-se considerar que mais eficiente é processo.

Na produtividade por separação, a medição é parecida com a anterior, mas essa avalia a atividade de separação, triagem e estocagem dos produtos recebidos.

De forma semelhante, o indicador de produtividade no carregamento mede qual a agilidade da empresa em liberar os transportes, já devidamente carregados, para seus respectivos destinos. Quanto mais rápido for realizado o carregamento, mais antecipada será a entrega, liberando espaço para o próximo carregamento, aumentando o indicador de produtos carregados e despachados.

4.4.3 INDICADOR DE TURN-OVER DA MÃO-DE-OBRA

O termo *Turn-over,* também chamado de rotatividade, demonstra o percentual de substituição de mão-de-obra que uma empresa possui, ou seja, serve para medir a frequência de entrada e saída dos funcionários de uma organização (CHIAVENATO, 2010). As taxas mais comuns desses indicadores são cerca de 5%, o que pode variar de acordo com a localização e com a concorrência do Centro de Distribuição.

O *Turn-over* é um importante parâmetro dentro da empresa, pois além de avaliar como está o clima organizacional, leva em conta importantes questões com relação a comunicação entre as equipes, liderança, transparência e contato com os superiores. Quando realizado de forma adequada, o *turn-over* pode indicar pontos importantes para as empresas, tais como: (a) qualidade do processo de recrutamento e seleção;(b) qualidade do processo de admissão de um funcionário e (c) capacidade de retenção de talentos na empresa.

Para efetuar o cálculo da taxa de rotação, utiliza-se como base de dados a movimentação (entradas e saídas) e o número total de funcionários. No caso de pequenas e médias empresas, podem ocorrer alguns problemas no cálculo mensal, pois a taxa pode sofrer a interferência de uma sazonalidade específica. Nesses casos seria melhor utilizar o cálculo anual, efetuando as devidas conversões dos dados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo analisar e propor melhorias ao processo de transferência de mercadorias de um Centro de Distribuição pertencente a uma rede de supermercados, localizada em uma cidade no interior de Minas Gerais.

Após a revisão bibliográfica, percebeu-se que a forma apresentada nos fluxogramas se encontra correta para o tipo de transferência, porém, existem pedidos que são realizados fora do sistema e ocasionando erros na transferência dos mesmos.

Foram propostas algumas mudanças, como a implantação das atividades descritas nos fluxogramas, o uso da dupla conferência (no ato do carregamento e descarregamento) e a adoção de indicadores de desempenho.

A resistência à mudança, a falta de burocracia e a excessiva centralização encontrada em empresas familiares, foram as maiores dificuldades enfrentadas durante a realização do estudo. Portanto, sugere-se como trabalhos futuros, com base nas limitações enfrentadas, um estudo comportamental dos funcionários e diretores de empresas familiares.

REFERÊNCIAS

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14724*: Informação e Documentação - Trabalhos acadêmicos - Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

[2] ARAÚJO, L. C. G. de. Organização, Sistemas e Métodos e as tecnologias de gestão organizacional. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

[3] ABRALOG. Associação Brasileira de Logística. Disponível em: <http://www.abralog.com.br>. Acesso em: 21 nov. 2016.

[4] BIAZZO, S., Approaches to business processanalysis: a review. Business Process Management Journal, Vol.6 N°2, 2000, pp.99-112.

[5] BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos. São Paulo: Atlas, 2001.

[6] BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. Supply Chain Logistics Management. 2a Edição. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2007.

[7] BUCKLEY, P. J.; PASS, C. L.; PRESCOTT, K. Measures of international competitiveness: a critical survey. Journal of Marketing Management, v. 4, n. 2, p. 175-200, 1988.

[8] CAPOTE, G. (2011) "Guia para Formação de Analistas de Processos – BPM", 1ª edição, Rio de Janeiro, 2011, 328p.

[9] CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. da.Metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2007.

[10] CHIAVENATO, Idalberto. Gestão de Pessoas. 3Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

[11] COELHO, Leandro C. Indicadores de desempenho para o setor de movimentação e armazenagem. Postado em 6 de abril de 2011. Disponível em:<http://www.logisticadescomplicada.com/indicadores-de-desempenho-para-o-setor-de-movimentacao-e-armazenagem/>. Acesso em 2 de jul de 2017.

[12] CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

[13] DEHORATIUS, N. & RAMAN, A. Inventory record inaccuracy: An emprical analysis. Working Paper, University of Chicago, Graduate School of Business. Supply Operations, 2004.

[14] FITZSIMONNS, J. A.; FITZSIMMONS, M. J. Administração de serviços: operações, estratégia e tecnologia da informação. 4. ed. Porto Alegre, Bookman, 2005.

[15] GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

[16] GONÇALVES, J. E. L. Processo, que processo? Revista de Administração de Empresas, vol. 40, nº 4, p. 8-19, 2000.

[17] GURGEL,F.doA. Logística Industrial. Floriano do Amaral Gurgel. São Paulo: Atlas,2000.
[18] HAMMER, M.; CHAMPY, J. Reengenharia: revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças da gerência. 29. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1994.
[19] HARRINGTON, H. James, "Aperfeiçoando Processos Empresariais: Estratégia Revolucionária para o aperfeiçoamento da qualidade, da produtividade e da competitividade", Makron Books, 1993.
[20] HUNT, V. D. ProcessMapping: HowtoReengineeryour Business Process. John Wiley& Sons, New York, 1996.
[21] JOHANSSON, H. J., "Processos de negócios: Como criar sinergia entre a estratégia de mercado e a excelência operacional", Pioneira, 1995.
[22] JOHNSTON, R.; CLARK, G. Administração de operações de serviço. Tradução de Ailton Bomfim Brandão. São Paulo: Atlas, 2002. revisão técnica: Henrique Luiz Corrêa.
[23] JURAN, J. M. Planejando para a qualidade. São Paulo: Pioneira, 1992.
[24] KAYDOS, W. Measuring, managing and maximizing performance. Portland: Productivity Press, 1991.
[25] LACERDA, L.Armazenagem estratégica: analisando novos conceitos. Centro de Estudos em Logística (CEL), COPPEAD/UFRJ, 2000.
[26] LAURINDO, F. J. B.; ROTONDARO, R. G. (Coord.). Gestão Integrada de Processos e da Tecnologia da Informação. São Paulo: Atlas, 2011.
[27] LIMA, M.P.Armazenagem: considerações sobre a atividade de picking. Centro de Estudos em Logística (CEL), COPPEAD/UFRJ, 2002.
[28] MALTA, C. R. C. RFID: Aplicações e novas tecnologias. Estudo de caso: HP. Disponível em: http://fateczl.edu.br/TCC/2009-2/tcc-216.pdf. Acesso em: 10 nov. 2016.
[29] MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.
[30] MARTINS; LAUGENI. Administração da Produção. São Paulo. Saraiva. 2005.
[31] MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
[32] MOURA, R. A. Administração de Armazéns. Instituto IMAM, 2000.
[33] MUTHER, R. Planejamento do Layout: Sistema SLP. São Paulo: Edgard Blücher, 1978.
[34] ÑAURI, M. H. C. As medidas de desempenho como base para a melhoria contínua de processos: o caso da Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária (FAPEU). 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.
[35] NETTO, C. A. Proposta de modelo de mapeamento e gestão por macroprocessos. 2004. 146 p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
[36] OLIVEIRA, D. P. R. de. Administração de processos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
[37] PAIM, R.Engenharia de Processos: análise do referencial teórico-conceitual, instrumentos, aplicações e casos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – UFRJ/COPPE – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.
[38] PAIM, R. et. al. Gestão de Processos: pensar, agir e aprender. Porto Alegre: Bookman, 2009.
[39] PISKE, F.B. A influência do arranjo físico nos desperdícios de uma fábrica de máquinas para implementos agrícolas. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, EESC/USP, 2008.
[40] PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção: operações industriais e de serviços. Curitiba, Unicenp, 2007.
[41] PORTER, M. E. O que é estratégia? In: _____. Competição - on competition: estratégias competitivas essenciais. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
[42] RODRIGUES, G. G.; PIZZOLATO, N. D. Centro de Distribuição: armazenagem estratégica. XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção – Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de Out. de 2003.
[43] SALERNO, M. S. Projeto de organizações integradas e flexíveis: processos, grupos e gestão democrática via espaços de comunicação-negociação. São Paulo: Editora Atlas, 1999.
[44] SEVERINO, A. J. Metodologia do trabalho científico. 23. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.
[45] SIMCHI-LEVI, D.; SIMCHI-LEVI, E.; KAMINSKY, P. Cadeia de suprimento - projeto e gestão. Porto Alegre: Bookman, 2003.
[46] SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A.; JOHNSTON, R. Administração da produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
[47] ULMER, J.; BELAUD, J.; LE LANN, J. Towards a pivotal-based approach for business processalignment. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, v.24, p. 11, 2011.
[48] VERGARA, S. C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
[49] VIANA, João José. Administração de Materiais: um enfoque prático. São Paulo: Atlas, 2002.
[50] VIEIRA, D. Projetos de centro de distribuição: fundamentos, metodologia e pratica para a moderna cadeia de suprimento/ Darli Rodrigues Vieira, Michel Roux- Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

CAPÍTULO 17

METAHEURÍSTICA LAHC APLICADA AO PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DE MÁXIMA COBERTURA

Helton Cristiano Gomes
Cristiano Luís Turbino de França e Silva

Resumo: A definição da melhor localização para uma instalação é uma decisão estratégica desafiante para os gestores de organizações públicas e privadas, vistos os inúmeros benefícios que uma decisão acertada pode gerar. Porém, a decisão de localização requer inúmeros estudos específicos e necessita da utilização de algum tipo de ferramenta para auxiliar na análise das alternativas. Visando auxiliar os gestores das organizações na determinação da localização de instalações, tornando a tomada de decisão mais acertada, foi implementado, nesse trabalho, um algoritmo *late acceptance hill climbing* (LAHC) para a resolução do problema de localização de máxima cobertura (PLMC). A resolução do PLMC consiste na obtenção da melhor configuração para a instalação de uma ou mais facilidades, visando a maximização da demanda total atendida. Para avaliar a eficiência da metodologia, foram utilizadas instâncias geradas conforme descrito na literatura. Os resultados obtidos pelo LAHC foram comparados com as soluções ótimas das instâncias, comprovando a eficiência do método. O LAHC obteve soluções muito próximas das ótimas, iguais em alguns casos, em um tempo computacional aceitável.

1. INTRODUÇÃO

A definição da localização de uma ou mais instalações é uma decisão estratégica desafiante para os gestores, vistos os inúmeros benefícios que uma decisão acertada pode gerar. A localização de instalações é um aspecto crítico do planejamento estratégico de organizações públicas e privadas. A correta localização de instalações pode proporcionar vantagens competitivas para as organizações através da proximidade com clientes/fornecedores e de fontes de recursos, bem como com a redução de alguns custos operacionais e logísticos. Ela pode implicar, também, no melhor atendimento da demanda dos clientes.

Ao se determinar a localização de uma instalação, diversos fatores devem ser analisados, dentre os quais pode-se destacar: disponibilidade de matéria prima e mão de obra, proximidade de clientes e fornecedores, infraestrutura de transporte, impostos e leis, custos operacionais, etc. Todas as informações sobre os locais candidatos devem ser coletadas e estudadas de forma a serem apresentadas ao tomador de decisão. De posse das informações, ele consegue diminuir o grau de incertezas da sua escolha. Porém, a decisão de localização requer inúmeros estudos específicos com base nessas informações, onde a utilização de algum tipo de ferramenta pode auxiliar muito. Dentre as ferramentas disponíveis, ressalta-se aqui a otimização, o qual apresenta um problema clássico de programação linear referente à localização de facilidades.

Os problemas de localização tratam de decisões sobre a obtenção da melhor configuração para a instalação de uma ou mais facilidades, visando atender a demanda de uma população. Dentre os principais problemas apresentados na literatura, o problema de localização de máxima cobertura (PLMC) tem recebido especial atenção. O PLMC consiste em definir a localização de facilidades, de modo a maximizar o número de clientes atendidos.

O PLMC é de natureza combinatória, por isso sua resolução, geralmente, exige grande esforço computacional. Problemas com essa característica pertencem à classe NP-difícil e, tem as metaheurísticas como os principais métodos de resolução.

Visando auxiliar os gestores das organizações, tanto públicas como privadas, na determinação da localização de instalações, tornando a tomada de decisão mais acertada, é proposto nesse trabalho um método, baseado na metaheurística *late acceptance hill climbing* (LAHC), para a resolução do PLMC.

Para avaliar a eficiência do método desenvolvido, os resultados obtidos através da utilização de instâncias, geradas conforme a literatura, foram comparados com as soluções ótimas das mesmas.

O restante desse trabalho está organizado como segue. Na seção 2 é descrito o PLCM e na seção 3 é apresentado o método proposto para sua resolução. Na seção 4 são apresentados e analisados os resultados dos testes realizados. A seção 5 conclui o trabalho.

2. O PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DE FACILIDADES

O problema de localização de facilidades (PLF) consiste em definir a localização de uma ou mais instalações, buscando minimizar os custos de transporte da empresa e procurando atender o maior número possível de clientes. Existem vários fatores que influenciam nesse tipo de decisão, tais como: condições de estradas, incentivos fiscais, dentre outros.

De acordo com Daskin (1995), problemas de localização tratam de decisões sobre a obtenção da melhor configuração para a instalação de uma ou mais facilidades, visando atender a demanda de uma população. No setor privado, o termo facilidade refere-se a fábricas, depósitos, antenas de telecomunicações, etc. No setor público, as facilidades podem ser classificadas em duas categorias: localização de serviços não-emergenciais e localização de serviços de emergência. Na primeira categoria estão incluídos a localização de escolas, bibliotecas, agências de correio, alguns serviços de saúde pública, pontos de ônibus e mesmo de serviços relacionados ao meio-ambiente, como suprimento de água e instalações para o depósito de lixo. A categoria de serviços de emergência inclui, por exemplo, a localização de hospitais, de serviços de atendimento de emergência por ambulâncias e de estações do corpo de bombeiros.

A resolução de um PLF não é trivial. O número de possíveis soluções para o problema é elevado, sendo calculado pela Equação (1),

no qual *n* é o número de localidades e *p* o número de facilidades a serem instaladas.

$$C_p^n = \frac{n!}{p!(n-p)!}$$

Segundo Arakaki e Lorena (2006), os PLF's podem ser classificados em problemas de cobertura e de localização de medianas. Em ambos o objetivo é determinar a localização para facilidades, considerando os clientes a serem atendidos, otimizando certo critério.

Podem ser encontradas na literatura inúmeras abordagens para o PLF, dentre as quais pode-se citar: Toregas *et al.* (1971), Lorena (2001), Correa e Lorena (2006), Siliprande e Cortes (2008), dentre outros. As aplicações são as mais variadas, como localização de serviços de emergência, modelos probabilísticos para localização-alocação, localização de antenas para internet a rádio e telecomunicações, etc.

Dentre os principais PLF's encontrados na literatura, destaca-se aqui o problema de localização de máxima cobertura (PLMC), proposto por Church e ReVelle (1974).

2.1 O PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DE MÁXIMA COBERTURA

O PLMC introduzido por Church e ReVelle (1974) tem como objetivo determinar a localização de facilidades de modo a maximizar o número de clientes atendidos. O atendimento dos clientes depende de uma distância (raio de cobertura) ou tempo do serviço. Um cliente é considerado coberto caso encontre-se dentro do raio de cobertura de pelo menos uma facilidade.

Para a aplicação do PLMC, foi utilizado nesse trabalho o modelo matemático proposto por Church e ReVelle (1974) e descrito a seguir.

PARÂMETROS DO MODELO

$N = \{1, 2, ..., n\}$: conjunto de clientes a serem atendidos;

$M = \{1, 2, ..., m\}$: conjunto de locais candidatos à instalação de uma facilidade.

DADOS RELACIONADOS AOS CLIENTES

D_i: demanda do cliente $i \in N$;

d_{ij}: distância entre o cliente *i* e a facilidade instalada em *j*.

DADOS RELACIONADOS ÀS FACILIDADES

p: número de facilidades a serem instaladas;

R: raio de cobertura;

$S_i = \{ j \in M \mid d_{ij} \leq R \}$: conjunto de facilidades que podem atender o cliente *i*.

VARIÁVEIS DE DECISÃO

$x_i \in \{0, 1\}, \forall i \in N$ tal que:

$$Xi = \begin{cases} 1, se\ a\ demanda\ do\ cliente\ i\ for\ atendida \\ 0, caso\ contrário \end{cases}$$

$y_j \in \{0, 1\}, \forall j \in M$ tal que:

$$yi = \begin{cases} 1, se\ uma\ facilidade\ for\ instalada\ na\ localidade\ j \\ 0, caso\ contrário \end{cases}$$

MODELO

$$\textit{Max}\ \text{Demanda} = \sum_{i \in N} D_i\, x_i \qquad (2)$$

sujeito a

$$\sum_{j \in S_i} y_j \geq x_i \qquad \forall i \in N \qquad (3)$$

$$\sum_{j \in M} y_j = p \qquad (4)$$

$$x_i \in \{0, 1\} \qquad \forall i \in N \qquad (5)$$

$$y_j \in \{0, 1\} \qquad \forall j \in M \qquad (6)$$

A função objetivo (2) busca maximizar a demanda total atendida. Quanto maior a demanda de um cliente, maior será o interesse em atendê-lo. As restrições (3) estabelecem que um cliente *i* só será atendido se existir uma facilidade em *j* tal que $d_{ij} \leq R$. A restrição (4) fixa o número de facilidades instaladas em *p* unidades. Os conjuntos de restrições (5) e (6) definem o domínio das variáveis.

Na resolução do PLMC são determinadas as localizações de *p* facilidades, sendo os clientes alocados às mesmas, normalmente as mais próximas. Por essa razão, trata-se de um problema de localização-alocação. De acordo com Garey e Johnson (1979), grande parte desses problemas é de natureza combinatória, o que torna difícil sua resolução, exigindo grande esforço computacional. Problemas com essa característica pertencem à classe NP-difícil.

Visto isso, foi proposta nesse trabalho a utilização da metaheurística *late acceptance hill climbing* (LAHC), desenvolvida por Burke e Bykov (2008).

3. METAHEURÍSTICA LATE ACCEPTANCE HILL CLIMBING

A metaheurística LAHC, proposta originalmente por Burke e Bykov (2008), é uma adaptação do método de subida clássico. O método foi criado com três objetivos: ser um procedimento de busca que não emprega um processo de resfriamento artificial, como faz o *simulated annealing*; usar efetivamente as informações coletadas durante as iterações anteriores; empregar um simples mecanismo de aceitação (Burke e Bykov (2016)). O pseudocódigo do LAHC pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Pseudocódigo LAHC

Algoritmo: LAHC

Entrada: *l*, *f*(.), N(.), *iter_max*, *s*

Saída: *s**

$f_k \leftarrow f(s)\ \forall k = 1, \ldots, l-1$;

$s^* \leftarrow s$;

$i \leftarrow 0$;

enquanto ($i \leq$ *iter_max*) faça

Gerar aleatoriamente um vizinho $s' \in N(s)$;

$v \leftarrow i \bmod l$;

se ($f(s') \geq f_v$) então

$s \leftarrow s'$;

se ($f(s) > f(s^*)$) então

$s^* \leftarrow s$;

fim_se;

fim_se;

$f_v \leftarrow f(s')$;

$i \leftarrow i + 1$;

fim_enquanto;

retorna s^*;

Como pode ser visto na Figura 1, no LAHC é utilizada uma lista de tamanho l para armazenar os valores da função de avaliação ($f(.)$) de algumas soluções ($f = \{f_0(.), ..., f_{l-1}(.)\}$). Na inicialização do algoritmo é armazenado o valor da solução inicial s ($f(s)$) em todas as posições da lista. O método baseia-se na comparação de uma nova solução vizinha s' com uma das l soluções armazenadas na lista, antes de aceitar ou rejeitar tal solução. Em cada iteração, uma solução vizinha s' é gerada, sendo ela aceita se $f(s')$ for maior ou igual ao valor de $f(.)$ armazenado na posição v ($v \leftarrow i \bmod l$) da lista. É importante ressaltar que a solução s' pode ser aceita mesmo que seja pior do que a solução corrente s, uma vez que não é comparada com ela. Se a solução s' for aceita ($s \leftarrow s'$) e, esta for melhor do que a melhor solução encontrada ($f(s) > f(s^*)$), s^* é atualizada ($s^* \leftarrow s$). Por fim, a lista é atualizada sendo $f(s')$ armazenada na posição v da lista ($f_v \leftarrow f(s')$). O processo de percorrer a lista é repetido até que o critério de parada seja atingido, ou seja, quando um número máximo de soluções (*iter_max*) for gerado.

A estrutura de vizinhança $N(.)$ utilizada consiste em trocar a localização de uma facilidade. Isto é, uma solução $s' \in N(s)$ é obtida substituindo uma localidade no qual seria instalada uma facilidade por outra que não havia sido selecionada. O número de possíveis soluções vizinhas é calculado pela Equação (1).

Silva (2014), que utilizou o LAHC para a resolução do problema de sequenciamento em máquinas paralelas, o considerou de fácil implementação, além de apresentar um único parâmetro a ser ajustado, ou seja, o tamanho l da lista. De acordo com os resultados obtidos pelo autor, o LAHC se mostrou competitivo em comparação com outras metaheurísticas. Já Burke e Bykov (2016) testaram o LAHC em uma gama de problemas de referência, comparando os resultados obtidos com os obtidos por outros métodos de busca conhecidos. Com base nos experimentos, os autores concluíram que o LAHC, além de simples e de fácil implementação, é efetivo em suas buscas por soluções de melhora. Entretanto, no trabalho de Santos *et al.* (2016), foi possível observar que o LAHC obteve melhores resultados, quando comparados aos obtidos por outros métodos, para instâncias de pequenas e médias dimensões.

Na seção a seguir são descritos e discutidos os resultados obtidos pelo LAHC para o PLMC.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O algoritmo LAHC utilizado nesse trabalho foi implementado computacionalmente na linguagem C e executado em um computador Intel Core i7 3.60GHz e 16GB de RAM, sob sistema operacional Linux Ubuntu 16.04. Para a obtenção das soluções ótimas das instâncias utilizadas, o PLMC foi modelado e resolvido através do *software* CPLEX 12.6.3.

Devido ao fato de a eficiência dos métodos metaheurísticos ser depende dos valores escolhidos para seus parâmetros, a *response surface methodology* (Myers *et al.* (2009)) foi utilizada para calibrar o único parâmetro do LAHC, ou seja, o tamanho da lista (l). O valor determinado para o mesmo foi 20. Foi considerado como critério de parada o valor de 2000 para o número máximo de soluções geradas (*iter_max*).

Como o algoritmo apresenta uma escolha aleatória, o mesmo foi executado dez vezes, com dez sementes diferentes para cada instância. A partir das soluções obtidas nas dez execuções, determinou-se a solução para cada instância.

Para a realização dos testes computacionais, visando avaliar a qualidade das soluções obtidas pelo LAHC, as instâncias utilizadas foram geradas conforme descrito em ReVelle *et al.* (2008). Primeiramente, foram determinadas aleatoriamente, seguindo a distribuição uniforme, as localizações dos clientes, por meio de coordenadas cartesianas com duas dimensões. Cada localidade foi representada por um ponto (x, y) tal que $x, y \in [0, 100]$. As distâncias entre as localidades foram calculadas como Euclidianas e a demanda de cada cliente foi escolhida aleatoriamente no intervalo [0, 100]. Foram criadas instâncias com 30, 60 e 90 localidades, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros das instâncias geradas.

n	*R*	*p*
30	10, 15, 20	5
60	10, 15, 20	7
90	10, 15, 20	10

Para cada tamanho de *n* foram geradas 5 instâncias com cada um dos valores de *R*, totalizando 45 instâncias. Os resultados obtidos, comparados com as soluções ótimas das instâncias são apresentados na seção a seguir.

4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos pelo *software* CPLEX e pela metaheurística LAHC, bem como o tempo computacional gasto (em segundos) para a obtenção das soluções. Na tabela são apresentados, também, os *gaps* entre as soluções ótimas e as soluções do LAHC para cada instância.

Tabela 2 – Resultados Computacionais

Instância	*R*	*p*	CPLEX	Tempo	LAHC	Tempo	*gap* (%)
LOC_30_1	10	5	887	15,6	874	0,3	1,5
LOC_30_2	10	5	943	16,7	943	0,1	0,0
LOC_30_3	10	5	630	14,2	622	0,5	1,3
LOC_30_4	10	5	797	16,5	780	1	2,1
LOC_30_5	10	5	702	12,3	702	1,2	0,0
LOC_30_6	15	5	1144	18,3	1126	1,2	1,6
LOC_30_7	15	5	1123	20,4	1074	0,9	4,4
LOC_30_8	15	5	907	16,5	907	1,2	0,0
LOC_30_9	15	5	868	17	862	1,3	0,7
LOC_30_10	15	5	1068	19,1	1068	0,8	0,0
LOC_30_11	20	5	1139	22,4	1132	1,5	0,6
LOC_30_12	20	5	1224	20,4	1224	2,1	0,0
LOC_30_13	20	5	1466	19,7	1454	2,2	0,8
LOC_30_14	20	5	1529	23,5	1525	1,6	0,3
LOC_30_15	20	5	1290	18,4	1290	2,2	0,0
Média				18,3		1,2	0,6

Tabela 2 – Resultados Computacionais (continuação)

Instância	*R*	*p*	CPLEX	Tempo	LAHC	Tempo	*gap* (%)
LOC_60_1	10	7	1653	32,1	1545	1,5	6,5
LOC_60_2	10	7	1876	30,2	1733	1,9	7,6
LOC_60_3	10	7	1997	28,7	1886	2,5	5,6
LOC_60_4	10	7	1658	32,1	1569	2,7	5,4
LOC_60_5	10	7	1555	29,5	1438	3	7,5
LOC_60_6	15	7	2440	35,6	2324	3,5	4,8
LOC_60_7	15	7	2327	37,9	2309	3,7	0,8
LOC_60_8	15	7	2225	33,2	2119	4,2	4,8
LOC_60_9	15	7	2407	38,1	2348	2,9	2,5
LOC_60_10	15	7	2169	37	2006	4,5	7,5
LOC_60_11	20	7	2732	42,1	2575	4,2	5,7
LOC_60_12	20	7	2906	40,5	2823	4,6	2,9
LOC_60_13	20	7	2928	39,7	2751	3,9	6,0
LOC_60_14	20	7	2867	42,9	2739	5,1	4,5
LOC_60_15	20	7	2904	41,2	2805	4,2	3,4
Média				37		3,7	5,4
LOC_90_1	10	10	2700	52	2470	7,9	8,5
LOC_90_2	10	10	2990	57,3	2741	8,3	8,3
LOC_90_3	10	10	3002	50,2	2743	7,6	8,6
LOC_90_4	10	10	3337	60,5	3074	6,9	7,9
LOC_90_5	10	10	3125	53,8	2829	7,1	9,5
LOC_90_6	15	10	4304	61,2	4030	8,5	6,4
LOC_90_7	15	10	4373	60,8	4010	9,1	8,3
LOC_90_8	15	10	4040	58,3	3715	7,9	8,0
LOC_90_9	15	10	3809	62,1	3522	8,4	7,5
LOC_90_10	15	10	3903	59,9	3682	8,7	5,7
LOC_90_11	20	10	4692	65,2	4536	9,7	3,3
LOC_90_12	20	10	4847	66,7	4706	8,6	2,9
LOC_90_13	20	10	4820	61,4	4492	9,5	6,8
LOC_90_14	20	10	4620	63,5	4341	10,4	6,0
LOC_90_15	20	10	4435	59,8	4275	9	3,6
Média				60,5		8,5	7,5
Média Geral				38,6		4,5	4,5

O *gap* foi calculado através da Equação (7).

$$gap = \frac{Sol_{ótima} - Sol_{LAHC}}{Sol_{LAHC}} \times 100$$

Como pode ser observado na Tabela 2, o LAHC gerou boas soluções para todas as instâncias, obtendo um *gap* médio geral igual a 4,5%. Todas as soluções foram geradas em um tempo computacional aceitável, sendo o tempo médio geral igual a 4,5 segundos. Para as 15 instâncias com 30 localidades, as soluções obtidas pelo LAHC geraram um *gap* médio de 0,6% em um tempo computacional médio igual a 1,2 segundos. Em relação às 15 instâncias com 60 localidades, foi obtido um *gap* médio de 5,4% em um tempo médio igual a 3,7 segundos. Já para as 15 instâncias com 90 localidades, foi obtido um *gap* médio de 7,5% em um tempo médio igual a 8,5 segundos.

O LAHC obteve a solução ótima para as instâncias 2, 5, 8, 10, 12 e 15 com 30 localidades. O método necessitou de menor esforço computacional para a resolução de todas as instâncias, comparado com o CPLEX, que obteve as soluções em um tempo médio geral igual a 38,6 segundos. Entretanto, como pode ser constatado nos resultados, o LAHC obteve melhores resultados para instâncias menores, conforme descrito por Santos (2016).

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo propor um método eficiente para a resolução do problema de localização de cobertura máxima (PLCM). A definição da localização de instalações é uma decisão estratégica desafiante para os gestores, vistos os inúmeros benefícios que uma decisão acertada pode gerar. A correta localização de instalações pode proporcionar vantagens competitivas para as organizações.

Para isso, foi proposto um métdo, baseado na metaheurística *late acceptance hill climbing* (LAHC), para a resolução do PLCM. Para avaliar a eficiência do método, foram realizados testes computacionais utilizando instâncias geradas conforme a literatura. Os resultados obtidos foram comparados com as soluções ótimas das instâncias.

Com base na comparação das soluções, pode-se verificar que o LAHC gerou boas soluções para todas as instâncias, em um tempo computacional aceitável. O *gap* médio geral entre as soluções geradas pelo LAHC e as soluções ótimas das instâncias foi igual a 4,5% e o tempo médio geral igual a 4,5 segundos. O LAHC obteve a solução ótima para 6 instâncias e necessitou de menor esforço computacional para a resolução de todas as instâncias, comparado com o CPLEX. Porém, o LAHC perde um pouco da sua eficiência na resolução de instâncias maiores.

Os resultados obtidos podem não ser a decisão final, porém o tomador de decisão pode pautar-se nas soluções geradas para que seus atos sejam pautados em dados concretos, e não apenas em intuições.

Como proposta de trabalhos futuros, os resultados obtidos pelo LAHC para o PLCM podem ser comparados com as soluções obtidas por outras metaheurísticas. Em relação a testes, podem ser utilizadas instâncias maiores que as utilizadas nesse trabalho, visando verificar até onde o LAHC é eficiente.

REFERÊNCIAS

[1] ARAKAKI, R.G.I.; LORENA, L.A.N. UMA HEURÍSTICA DE LOCALIZAÇÃO-ALOCAÇÃO (HLA) PARA PROBLEMAS DE LOCALIZAÇÃO DE FACILIDADES. PRODUCTION, VOL. 16, NÚM. 2, PP. 319-328, 2006.

[2] BURKE, E.K.; BYKOV, Y. THE LATE ACCEPTANCE HILL-CLIMBING HEURISTIC. EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH, 2016. V. 258, P. 70-78, JUL 2016.

[3] BURKE, E.K.; BYKOV, Y. A LATE ACCEPTANCE STRATEGY IN HILL-CLIMBING FOR EXAM TIMETABLING PROBLEMS. IN: PATAT '08 PROCEEDINGS OF THE 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE PRACTICE AND THEORY OF AUTOMATED TIMETABLING, 2008.

[4] CHURCH, R.; REVELLE, C. THE MAXIMAL COVERING LOCATION PROBLEM. PAPERS OF THE REGIONAL SCIENCE ASSOCIATION, V. 32, P. 101–118, 1974.

[5] CORREA, F.; LORENA, L. APLICAÇÃO DA RELAXAÇÃO LAGRANGEANA E DO ALGORITMO GENÉTICO CONSTRUTIVO NA SOLUÇÃO DO PROBLEMA PROBABILÍSTICO DE LOCALIZAÇÃO-ALOCAÇÃO DE MÁXIMA COBERTURA. GESTÃO & PRODUÇÃO, V.13, N.2, 2006.

[6] DASKIN, M. NETWORK AND DISCRETE LOCATION: MODELS, ALGORITHMS AND APPLICATIONS. WILEY INTERSCIENCE, NEW YORK, 1995.

[7] GAREY, M.; JOHNSON, D. COMPUTERS AND INTRACTABILITY: A GUIDE TO THE THEORY OF NP-COMPLETENESS. SAN FRANCISCO: W.H.FREEMAN, 1979.

[8] LORENA, L. ANÁLISE DE REDES. INPE, SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, 2001.

[9] MYERS, R.H.; MONTGOMERY, D.C.; ANDERSON-COOK, C.M. RESPONSE SURFACE METHODOLOGY: PROCESS AND PRODUCT OPTIMIZATION USING DESIGNED EXPERIMENTS. NEW YORK: WILEY, 2009.

[10] REVELLE, C.; SCHOLSSBERG, M.; WILLIANS, J. SOLVING THE MAXIMAL COVERING LOCATION PROBLEM WITH HEURISTIC CONCENTRATION. COMPUTERS & OPERATIONS RESEARCH, V. 35(2), P. 427-435, 2008.

[11] SANTOS, H.G.; TOFFOLO, T.A.M.; SILVA, C.L.T.F.; VANDEN, B.G. ANALYSIS OF STOCHASTIC LOCAL SEARCH METHODS FOR THE UNRELATED PARALLEL MACHINE SCHEDULING PROBLEM. INTERNATIONAL TRANSACTIONS IN OPERATIONAL RESEARCH, V. 00, P. 1-19, 2016.

[12] SILIPRANDE, M.D.; CORTES, J.M.R. PROBLEMA DE LOCALIZAÇÃO DE ANTENAS DE TRANSMISSÃO PARA INTERNET A RÁDIO NO MUNICÍPIO DE ITAPERUNA. XXVIII ENEGEP, RIO DE JANEIRO, 2008.

[13] SILVA, C.L.T.F. METAHEURÍSTICAS DE BUSCA LOCAL PARA O PROBLEMA DE SEQUENCIAMENTO DE TAREFAS EM MÁQUINAS PARALELAS NÃO RELACIONADAS COM TEMPO DE PREPARAÇÃO DEPENDENTE DA SEQUÊNCIA. DISSERTAÇÃO (MESTRADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO) - DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO, UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO, OURO PRETO, 2014.

[14] TOREGAS, C.; SWAIN, R.; REVELLE, C.; BERGMAN, L. THE LOCATION OF EMERGENCY SERVICE FACILITIES. OPERATIONS RESEARCH, V. 19, 1971.

CAPÍTULO 18

RELAÇÕES ENTRE LOGÍSTICA, ESTRUTURA E CULTURA ORGANIZACIONAL: ESTUDO DE CASO EM MULTINACIONAL PRODUTORA DE BEBIDAS

Lucas Gabriel Zanon

Fernando César Almada Santos

Resumo: Este artigo objetiva analisar a interface entre os estágios evolutivos da cadeia de suprimentos de Stevens, as dimensões culturais de hofstede e as configurações organizacionais de mintzberg em uma multinacional produtora de bebidas para, assim, ampliar a compreensão do modo pelo qual logística, cultura e estrutura se relacionam nas organizações. O estudo de caso foi realizado por meio da aplicação de um questionário, responsável por formalizar e sintetizar o constructo teórico, associado a uma escala graduada de respostas, encarregada de facilitar a medição da percepção dos entrevistados sobre a realidade da organização da qual fazem parte. Como resultado deste trabalho observou-se que, culturalmente, a companhia caracteriza-se pela alta distância ao poder, individualismo, alta aversão à incerteza e masculinidade. Como reflexo disso, no que tange a estrutura organizacional, a burocracia mecanizada mostrou-se dominante. Logisticamente, encontra-se em estágio de integração funcional, mas está em busca da passagem para o estágio subsequente. Conclui-se, portanto, que o estudo de caso executado foi de grande importância para expandir a compreensão de como cultura, estrutura e logística se relacionam e fomenta a realização de novos estudos em empresas distintas de forma a possibilitar mais abrangentes interpretações dessa interface ainda pouco explorada.

Palavras-chave: Cultura organizacional; estrutura organizacional; configurações organizacionais; logística; cadeia de suprimentos.

1. INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

Tradicionalmente, a análise da dinâmica organizacional aborda os conceitos de gerenciamento logístico, cultura organizacional e estrutura organizacional separadamente. Os diferentes estágios evolutivos pelos quais determina-se o grau de maturidade da cadeia de suprimentos costumam ser estudados de modo alheio daquele que se refere à forma pela qual a organização pensa, interpreta e reage a seu ambiente interno e externo, bem como de seu modo de estruturar-se. Sem essa visão holística, muitas empresas ainda têm dificuldades em atingir seus objetivos devido à incoerência entre os aspectos culturais e estruturais que as definem em detrimento às formas pela quais se organizam logisticamente.

Neste contexto, a administração logística deve integrar eficientemente todas as atividades da cadeia de valor – da geração da matéria prima até o serviço ao cliente final – adquirindo caráter estratégico. Juntamente à gestão logística, surgem questões de como as organizações devem se estruturar, comunicar e coordenar seu trabalho e de como estas mudanças afetam a cultura organizacional (WOOD JR; ZUFFO, 1998).

O design de uma estrutura organizacional eficaz parece envolver a consideração de apenas algumas configurações organizacionais básicas (MINTZBERG, 2012). A relação entre logística, cultura e configurações prioriza as estruturas mais recorrentes em empresas de médio e grande porte, as quais representam grandes desafios em termos de gestão e cumprimento de metas de competitividade e desempenho.

A cultura organizacional, por sua vez, impacta profundamente o comportamento dos indivíduos e dos grupos, estando intimamente ligada à liderança. Aqueles que não compreendem a essência da cultura organizacional na qual estão inseridos (ou com a qual se relacionam) e sua influência palpável no dia-a-dia estão fadados a ser controlados e mesmo tornarem-se vítimas das forças que dela derivam (SCHEIN, 2009).

Mentzer, Min e Bobbitt (2004) propõem que o papel da logística é o de proporcionar as capacidades de coordenação entre oferta e demanda que atravessam as fronteiras da organização, as quais são necessárias para criar valor ao cliente e satisfazê-lo. A contribuição da logística para a vantagem competitiva é significativa tanto em eficiência (liderança em custos) quanto em eficácia (serviço ao cliente). As capacidades logísticas para a vantagem competitiva incluem capacidades de gerenciamento da demanda (serviço ao cliente e qualidade logística), capacidades de gerenciamento da oferta (suprimento a baixo custo e distribuição) e capacidades de gerenciamento da informação (compartilhamento de informações via tecnologia de informação e conectividade).

Observa-se, dessa forma, que a gestão logística é uma reflexão prática do modo como a organização vê o mercado, a concorrência, sua estratégia, seus objetivos, seus valores e também consequência da forma como escolhe interagir com seus *stakeholders* e com o meio. Nesse sentido, De Souza e Fenili (2016) afirmam que o modo pelo qual a organização pratica a gestão é sua principal manifestação cultural. Pode-se afirmar, portanto, que tanto Logística e Cultura como Cultura e Estrutura, encontram-se intimamente conectadas.

Entretanto, não é raro constatar organizações que se apresentam como horizontalmente organizadas e de gestão logística integrada assumirem aspectos culturais mais característicos de organizações rígidas e altamente hierarquizadas. A compreensão e identificação desse tipo de incongruência, portanto, pode ser crucial para uma melhor compreensão do contexto organizacional, facilitando assim a solução de problemas e o processo de melhoria contínua.

1.2 OBJETIVO E QUESTÃO ORIENTADORA DA PESQUISA

Considerando o contexto anteriormente apresentado, o objetivo deste estudo consiste em analisar a interface entre os Estágios Evolutivos da Cadeia de Suprimentos de Stevens (1989), as Dimensões Culturais de Hofstede (2001) e as Configurações Organizacionais de Mintzberg (2012) em uma multinacional produtora de bebidas para, assim, ampliar a compreensão do modo pelo qual Logística, Cultura e Estrutura se relacionam nessa organização. Portanto, a questão orientadora desta pesquisa foi assim estabelecida: Como se dá a dinâmica entre Logística, Cultura e Estrutura Organizacionais na organização investigada?

2. DIMENSÕES CULTURAIS DE HOFSTEDE

O estudo inicial de Hofstede sobre cultura nacional foi realizado com a IBM staff em mais de 50 países, tem grande utilização e reconhecimento mundial e é a abordagem mais usada para orientar comparações interculturais (KIRKMAN, LOWE e GIBSON, 2006).

Quatro dimensões de culturas nacionais foram escolhidas para análise de sua interface com Logística e Estrutura: Distância do Poder, Individualismo versus Coletivismo, Aversão à Incerteza e Masculinidade versus Feminilidade (HOFSTEDE, 2001).

- Distância do poder é a medida do poder e da influência interpessoal entre chefe e subordinado, do ponto de vista do menos poderoso deles, isto é, está relacionada à extensão que os membros menos poderosos das organizações e instituições aceitam e esperam que o poder seja distribuído de forma desigual.
- O individualismo versus coletivismo está relacionado ao grau em que pessoas são orientadas para agir como indivíduo versus agir como parte de um grupo. Uma alta taxa de Individualismo indica que indivíduos tendem a agir de acordo com seus próprios interesses, buscando sucesso e resultados individuais. Uma baixa taxa de Individualismo indica que indivíduos preferem trabalhar como integrantes de um grupo e que o desempenho na execução de suas atividades é maior através do trabalho em equipe do que do trabalho individual (HOFSTEDE, 2001).
- Aversão à incerteza está relacionada ao grau com o que as pessoas dentro de uma cultura sentem-se inconfortáveis com situações que elas percebem ser desestruturadas, obscuras ou imprevisíveis, fazendo com que elas adotem rigorosos códigos de comportamento e uma crença em verdades absolutas. Indivíduos de culturas com baixa Aversão à Incerteza tendem a ser relativamente tolerantes com incertezas e ambiguidades e exigem considerável autonomia e menor estrutura de verdades. Culturas com alta taxa de Aversão à Incerteza possuem uma necessidade emocional de regras e de criar instituições que promovam segurança e minimizem risco (HOFSTEDE, 2001).
- Masculinidade versus feminilidade representa a extensão em que a agressividade e o sucesso são valorizados, versus a preocupação pelos relacionamentos. O estudo de Hofstede (2001) destaca que, nas sociedades em geral, os valores das mulheres diferem menos do que os valores dos homens. Independentemente do país, as mulheres sempre apresentam valores relacionados à modéstia, compaixão e preocupação com o próximo. Os homens, por outro lado, apresentam duas formas contrastantes de valores. Em um extremo, apresentam valores que se aproximam bastante dos valores apresentados pelas mulheres. Em outro extremo, apresentam uma dimensão bastante assertiva e competitiva e dessa maneira bastante diferente dos valores femininos. O polo assertivo é chamado masculino e o modesto e cuidadoso polo feminino (HOFSTEDE, 2001).

3. CONFIGURAÇÕES ORGANIZACIONAIS DE MINTZBERG

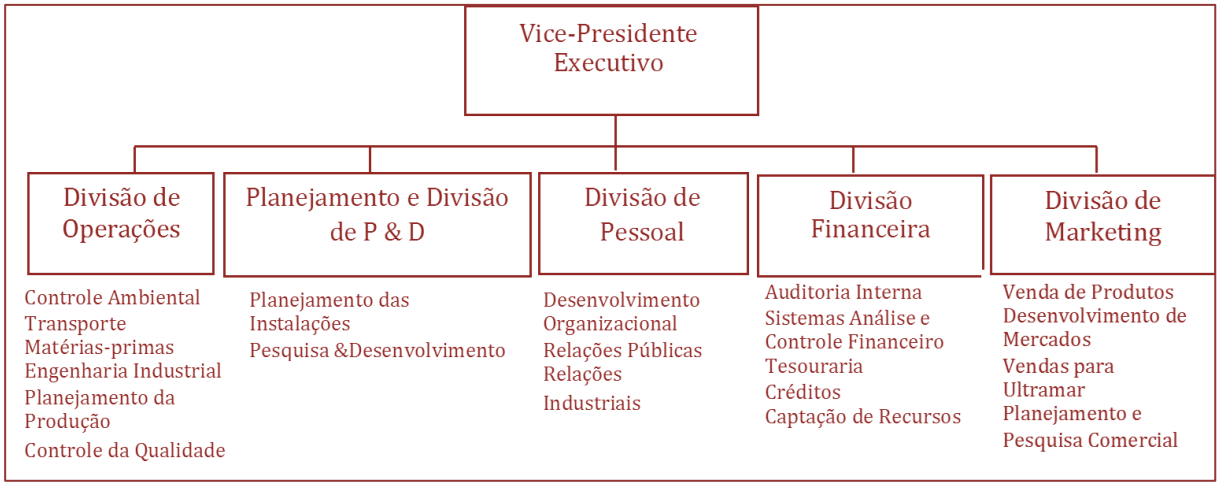
As configurações organizacionais utilizadas no estudo de sua interface com Cultura e Logística são: Burocracia Mecanizada, Forma Divisionalizada e Adhocracia.

Segundo Santos *et al.* (2010), **Burocracia Mecanizada** corresponde à organização tradicional de grandes empresas do setor de manufatura que usou princípios e técnicas da administração científica e do Taylorismo. Caracteriza-se por apresentar tarefas operacionais rotineiras e altamente especializadas, procedimentos muito formalizados no núcleo operacional, proliferação de normas, regulamentos e comunicação formalizada em toda a organização, grandes unidades no nível operacional, confiança na base funcional para agrupamento das tarefas, poder de tomada de decisão relativamente centralizado e estrutura administrativa elaborada com nítida distinção entre linha e assessoria (MINTZBERG, 2012).

O trabalho operacional da Burocracia Mecanizada é rotina. A maior parte dele é muito simples e repetitivo; como resultado seus processos de trabalho são altamente padronizados. Essa configuração organizacional é bem ajustada para funcionar

como máquinas reguladas. Regras e regulações permeiam toda essa estrutura. Comunicação formal é favorecida em todos os níveis e a tomada de decisão tende a seguir a cadeia de autoridade formal (SANTOS *et al.*, 2010). Estratégia nessas estruturas, como no exemplo apresentado na Figura 1, claramente se originam da alta administração, onde a perspectiva é ampla e o poder é focado. O processo de elaboração de estratégia possui claramente uma abordagem *top-down*, com forte ênfase no planejamento de ações (MINTZBERG, 1993).

Figura 1 – Exemplo de organograma de uma Burocracia Mecanizada



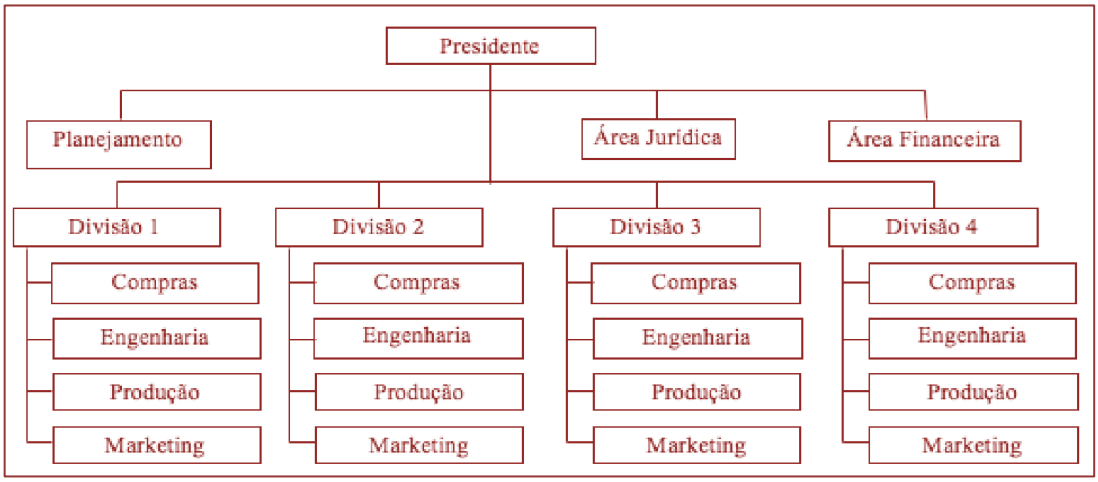
Fonte: Mintzberg (1993, adaptada por Santos *et al.*, 2010)

A Figura 1 ilustra claramente a "obsessão", como refere-se Mintzberg (1993), desse tipo de configuração organizacional pelo controle, podendo-se observar a hierarquização e a disposição de funções de acordo com o fluxo cima-baixo de poder.

A Forma Divisionalizada, por sua vez, representa a criação de divisões que são responsáveis pela diversificação de produtos de uma empresa. Essa configuração foi introduzida por Alfred Sloan na General Motors na década de 1920. Baseia-se no mercado para agrupar unidades no topo da média gerência. Divisões são criadas de acordo com o mercado que servem e, então, é atribuído a elas o controle das funções operacionais necessárias para servir esses mercados.

Assim, na Figura 2, apresenta-se um organograma típico de uma empresa divisionalizada, em que cada divisão contém suas próprias atividades de compras, produção e marketing. A distribuição e a duplicação das funções operacionais minimizam as interdependências entre as divisões a fim de que cada uma possa operar como uma entidade praticamente autônoma, livre da necessidade de se coordenar com as outras divisões. De outro lado, as divisões são agrupadas sob o escritório de administração corporativa. Assim, a amplitude de controle da alta gerência da Forma Divisionalizada aumenta significativamente (MINTZBERG, 1993).

Figura 2 – Organograma típico para uma empresa manufatureira divisionalizada.



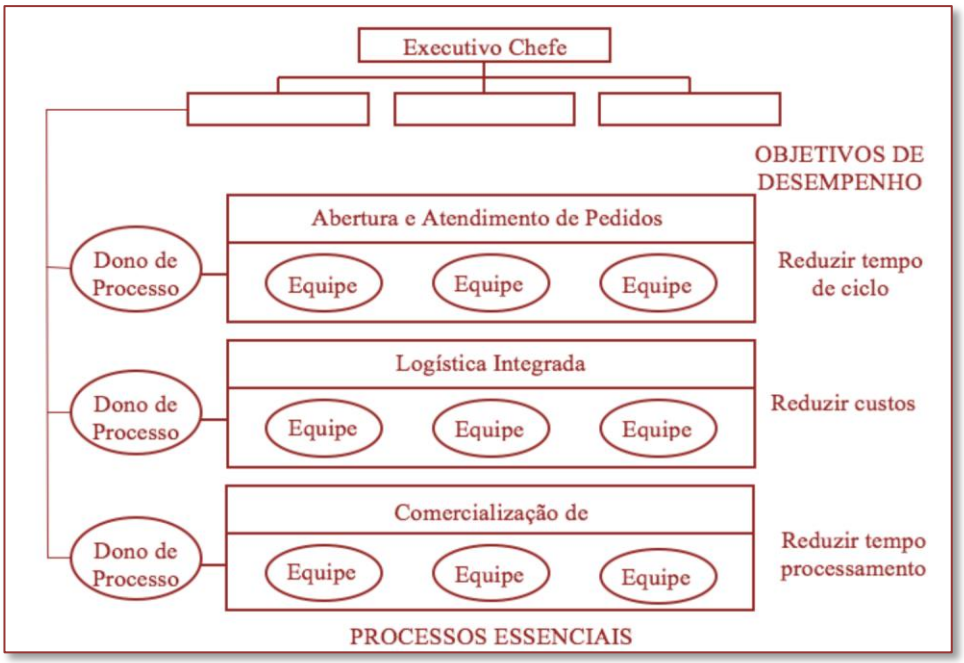
Fonte: Mintzberg (1993, adaptada por Santos *et al.*, 2010).

Esse arranjo estrutural, naturalmente, leva a uma declarada descentralização da administração corporativa: cada divisão recebe poderes para tomar decisões relacionadas às suas operações. A configuração organizacional, entretanto, funciona melhor com estruturas de Burocracia Mecanizada nas suas divisões. A descentralização de decisões não ocorre amplamente no âmbito interno das divisões. Assim, essas estruturas tendem a manter a configuração de Burocracia Mecanizada. A padronização do processo de trabalho anterior é reforçada com a padronização de resultados (SANTOS *et al.*, 2010).

Na Adhocracia, temos uma configuração distinta: uma estrutura altamente orgânica, com pouca formalização do comportamento; sua especialização do trabalho é altamente horizontalizada, baseada em treinamento formal; tendência a agrupar especialistas das unidades funcionais para propósitos de organização interna com o objetivo de atender demandas de mercado, divididos em pequenas equipes de projeto, que visam à execução de um trabalho específico; confia nos instrumentos de interligação para encorajar o ajustamento mútuo, mecanismo-chave de coordenação interna e entre as equipes; adota a descentralização seletiva das equipes localizadas em vários pontos da organização, envolvendo vários grupos formados por gerentes de linha, especialistas operacionais e assessores (MINTZBERG, 2012).

O conhecimento existente é considerado como uma base para construir novos conhecimentos. Essa configuração integra especialistas de diferentes áreas de conhecimento em equipes de projeto *ad hoc* que operam suave e agilmente (MINTZBERG, 1993).

Figura 3 – Organização horizontal com equipes *ad hoc*.



Fonte: Ostroff e Smith (1992, adaptada por Santos *et al.*, 2010).

Esta configuração é tanto orgânica quanto descentralizada como é possível observar na Figura 3. Assim, encontra grande espaço de trabalho. Essencialmente, a *Adhocracia* é a única configuração para os que acreditam em mais democracia com menos burocracia (MINTZBERG, 2012).

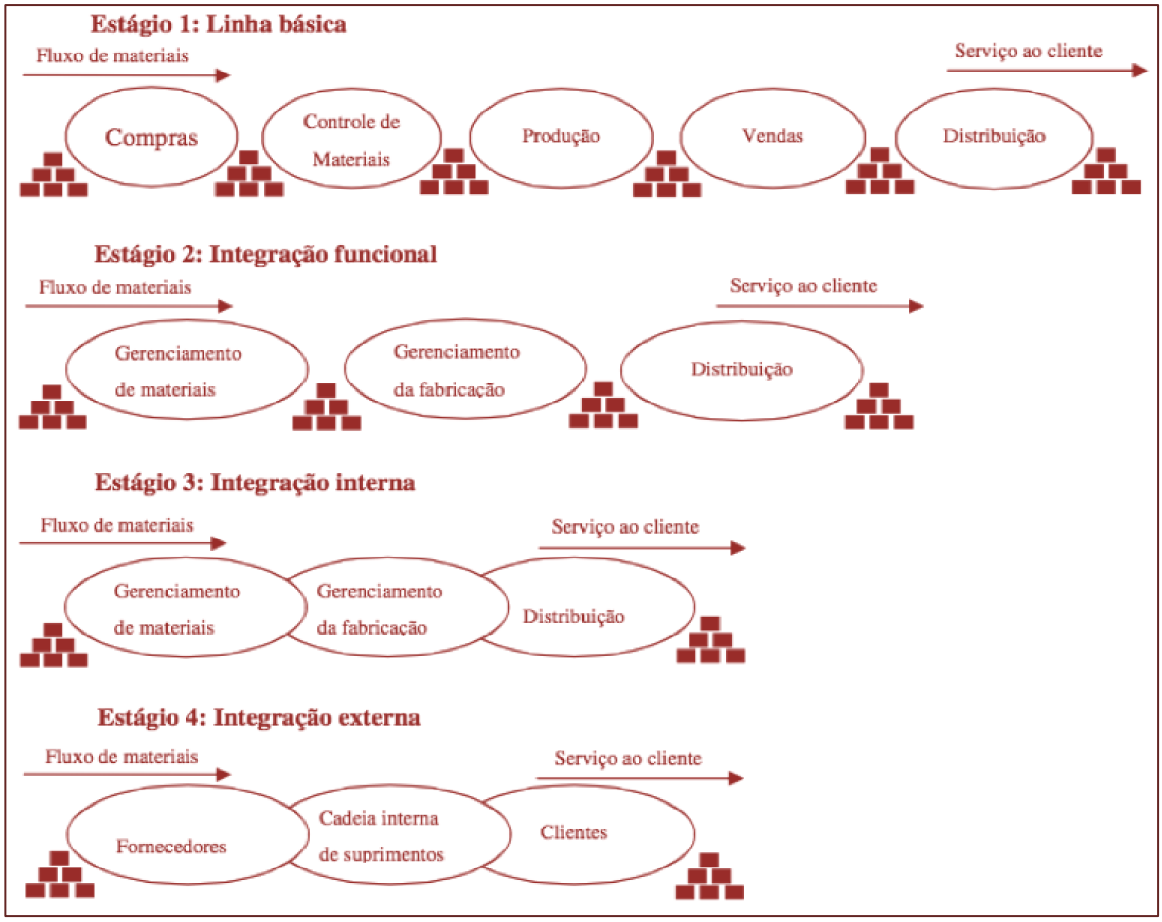
4. LOGÍSTICA

A necessidade de as organizações se reestruturarem e se adaptarem constantemente frente às mudanças do mercado tem dado destaque a gestão integrada da logística com foco estratégico. Esse destaque é em virtude da representatividade da atividade logística para a competitividade e por ser executada em algum grau por qualquer tipo de organização. Além disso, colaborar de forma efetiva para reduzir os custos totais, otimizar as atividades e os processos, aumentar a qualidade, a produtividade, a confiabilidade das entregas a fim de conquistar novos mercados e obter uma posição mais forte; agregar valor aos produtos/serviços, possibilitar maior flexibilidade, agilidade e controle no fluxo de materiais e informações desde o ponto de aquisição da matéria-prima até o ponto de consumo final, gerando maior satisfação ao cliente (BALLOU, 2001).

4.1 ESTÁGIOS EVOLUTIVOS DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Stevens (1989) sistematizou em quatro estágios básicos a evolução da maturidade da gestão logística nas organizações. Esses estágios, utilizados no estudo de sua interface com Cultura e Estrutura, encontram-se representados na Figura 4, a seguir.

Figura 4 – Estágios Evolutivos da Cadeia de Suprimentos



No Estágio 1, a empresa realiza um planejamento da cadeia de suprimentos no curto prazo, a um ponto em que ele é quase sempre reativo, muito mais baseado em ajustes rápidos, fazendo acertos de uma crise para outra. Essa situação permite não só que as ineficiências "aumentem dentro das operações da cadeia de suprimentos, mas coloca-se em risco a efetividade global da cadeia de suprimentos, como se aumenta a vulnerabilidade dos efeitos das mudanças sobre os padrões de gestão do fornecimento e da demanda" (FOGAÇA, 2011, p.24).

No Estágio 2, técnicas de MRP ou MRP-II são tipicamente utilizadas. Dentro da rede de distribuição, a demanda continua a ser agregada. "De fato, pedidos ainda representam um problema encaminhado para a produção, de tal forma que, para propósitos de planejamento, a infraestrutura da distribuição é efetivamente dissociada da produção" (STEVENS, 1989, p.7).

O Estágio 3 corresponde à integração dos aspectos da cadeia de suprimentos sob o controle da empresa e inclui a gestão externa dos bens, abrangendo o suprimento e a demanda ao longo da cadeia da própria empresa. Integração Interna é caracterizada por um amplo e integrado sistema de planejamento e controle. Usualmente, empresas do Estágio 3 usarão "sistemas DRP, integrados por meio de programações mestre bem gerenciadas com MRP-II e sistemas de gestão de materiais, usando, quando for prático, técnicas de manufatura JIT para apoiar a execução do plano de materiais" (FOGAÇA, 2011, p.25).

Somente no Estágio 4 a completa integração é atingida por meio do aumento do escopo de integração fora da empresa de modo a incluir fornecedores e clientes. O valor desse estágio de desenvolvimento vai além somente da escala. "Ele incorpora uma mudança de foco, passando de ser orientado ao produto para ser orientado ao cliente. Isso busca assegurar que a empresa está sintonizada com as

necessidades e demandas do consumidor" (FOGAÇA, 2011, p.26).

5. METODOLOGIA

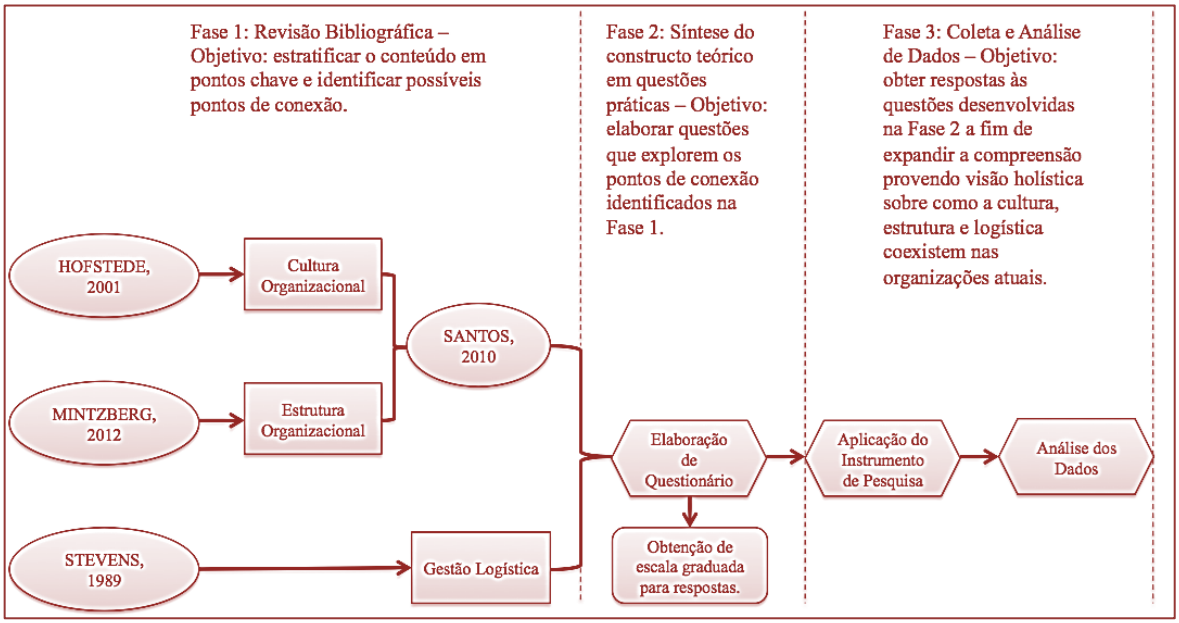
No que se refere à tipologia de pesquisa, seu caráter é exploratório e qualitativo. Esta escolha se deve pelo fato de que existem poucos trabalhos que abordam holisticamente a interface entre gestão logística, cultura e estrutura organizacionais. Sua abordagem é qualitativa, segundo Richardson (1999), pois trata-se de uma tentativa de compreensão detalhada dos significados e características situacionais apresentadas pela empresa em análise, com vistas a interpretar os fenômenos e a atribuir seus resultados em relação ao constructo teórico considerado. Caracteriza-se como exploratória por ter como objetivo proporcionar maior familiaridade com estes temas, visando torná-los mais explícitos ou construir hipóteses, já que há carência de literatura científica para esse contexto organizacional.

O procedimento técnico de pesquisa utilizado foi o de estudo de caso. Segundo Ventura (2007), o estudo de caso geralmente é estruturado em torno de um pequeno número de questões que se referem ao como e ao porquê da investigação. A autora afirma que o método de estudo de caso é o mais apropriado para pesquisadores individuais, uma vez que se cria a oportunidade de estudar um problema em profundidade mesmo com limitação de recursos.

Sendo assim, a fim de maximizar seu potencial exploratório, a empresa escolhida para execução do estudo de caso é uma das maiores produtoras e distribuidoras de bebidas do mundo, líder de mercado no Brasil e com operações sólidas e bem estabelecidas há anos no país. Foi escolhida, além disso, devido ao fato de que possui uma logística forte, sofisticada e também devido à facilidade de acesso aos funcionários como potencial fonte de dados. A aplicação das questões de pesquisa se deu num dos maiores centros de distribuição da companhia no interior paulista com o objetivo de se obter base de respostas completa e, assim, garantir uma maior compreensão do tema deste trabalho.

A metodologia deste pesquisa encontra-se esquematizada na Figura 5.

Figura 5 – Esquema representativo da metodologia de pesquisa



Fonte: elaborada pelos autores

A Fase 1 consistiu na seleção das ideias centrais relativas aos constructos de Cultura, Estrutura e Logística e na organização das mesmas em elementos-chave, buscando possíveis pontos de conexão.

Esse processo foi essencial para Fase 2, que consistiu em, a partir dos resultados obtidos na Fase 1, elaborar questões de pesquisa que pudessem ser interlocutoras eficazes, juntamente ao desenvolvimento de uma escala que traduzisse visualmente as respostas.

Por fim, a Fase 3 consistiu na aplicação do instrumento de pesquisa e na análise dos dados para, então, possibilitar a obtenção de conclusões satisfatórias sobre o tema estudado.

Dessa forma, correlacionando com o trabalho de Santos *et al.* (2010) sobre a interface entre as Dimensões Culturais de Hofstede (2001) e Configurações Organizacionais de Mintzberg (2012) com a teoria desenvolvida por Stevens (1989), relativa aos estágios de evolutivos da cadeia de suprimentos, foi elaborado o instrumento de pesquisa, apresentado na Figura 6, que consiste na associação de um questionário, responsável por formalizar e sintetizar o constructo teórico, a uma escala graduada de respostas, encarregada de facilitar a medição da percepção dos entrevistados sobre a realidade da organização da qual fazem parte.

Figura 6 – Representação do Instrumento de Pesquisa

Constructo Teórico ⟹		Questões ⟹	Escala - Análise / Escala - Entrevistado	-50% / 1	-25% / 2	0% / 3	25% / 4	50% / 5	
Cultura Organizacional	Distância do Poder	O meu ambiente de trabalho possui:	Estruturas de decisão descentralizadas e compartilhamento de informações						Estruturas de decisão centralizadas e a informação limitada pela hierarquia
	Individualismo versus Coletivismo	Os funcionários possuem melhor desempenho:	Quando agem e trabalham em grupo						Quando agem e trabalham sozinhos
	Aversão à Incerteza	Na companhia, a gerência está principalmente envolvida com:	Os objetivos de longo prazo e como atingí-los						Objetivos de curto prazo e atividades rotineiras
	Masculinidade versus Feminilidade	Na resolução de eventuais conflitos, ocorre com maior frequência:	Firmeza, assertividade, agressividade e competitividade.						A busca pelo consenso e compreensão do outro.
Estrutura Organizacional	Burocracia Mecanizada	As tarefas operacionais:	São rotineiras, especializadas, com alta formalização e padronização						São diversas, abrangentes, pouco formalizadas e requerem autonomia
	Forma Divisionalizada	A administração corporativa é:	Descentralizada em divisões						Centralizada em um único núcleo gerencial
	Adhocracia	Na companhia as tarefas geralmente são:	Variáveis de acordo com à execução de um trabalho específico						Fixas e pertencentes a uma rotina a ser executada
Logística	Linha Básica	O planejamento da Cadeia de Suprimentos é:	Eficiente, com raros períodos de vulnerabilidade						Reativo, fazendo acertos entre crises
	Integração Funcional	Quão dissociadas são Distribuição e Produção?	Muito, baixa visibilidade da demanda causa diversos erros de planejamento						Pouco, devido à utilização de técnicas MRP ou MRP-II
	Integração Interna	Quão necessária é a presença de estoques antes da Distribuição do produto?	Muito, pois suprimento e demanda não estão suficientemente ligados						Pouco, devido à aplicação de técnicas *Just In Time*
	Integração Externa	Fornecedores geralmente têm impacto na disponibilidade do produto ao cliente?	Sim, a indisponibilidade de insumos costuma gerar falta de produto						Não, pois os fornecedores estão integrados no sistema de planejamento

Para a análise dos resultados provenientes da aplicação do questionário, transformou-se a escala de 1 a 5 em uma escala de (-50%) a (+50%), sendo a correspondência dos valores: 1 – (-50%), 2 – (-25%), 3 – (0%), 4 – (+25%) e 5 – (+50%). Para cada pergunta obteve-se um valor final, calculado pela média ponderada das respostas, de modo a torná-los mais visuais para, assim, facilitar a compreensão de quais Dimensões Culturais, Configurações Organizacionais e Estágios Evolutivos da Cadeia de Suprimentos são preponderantes na companhia em questão.

A metodologia apresentada possui como principais vantagens a profundidade com que se permite estudar o tema, decorrente do estudo de caso, bem como a análise de como se manifestam três elementos chave de uma grande organização: Cultura, Estrutura e Logística. A desvantagem é que, por tratar-se de uma empresa, não podem ser feitas generalizações. Essa limitação pode ser contornada com a continuidade deste trabalho e expansão do mesmo em futuros novos estudos.

6. RESULTADOS:

A aplicação do instrumento de pesquisa junto à liderança da organização resultou na obtenção dos resultados que são apresentados na Figura 7 a seguir. **FIGURA 7 – Resultados**

Figura 7 – Resultados

Cultura Organizacional	Alta Distância ao Poder	-37,5%	Baixa Distância ao Poder
	Coletivismo	12,5%	Individualismo
	Alta Aversão à Incerteza	-25%	Baixa Aversão à Incerteza
	Masculinidade	-25%	Feminilidade
Estrutura Organizacional	Alta Mecanização	-50%	Baixa Mecanização
	Forma Divisionalizada	25%	Não Divisionalização
	Ambiente Adhocrático	37,5%	Ambiente Não Adhocrático
Logística	Linha Básica Ausente	12,5%	Em Linha Básica
	Integração Funcional Ausente	37,5%	Em Integração Funcional
	Integração Interna Ausente	-12,5%	Em Integração Interna
	Integração Externa Ausente	12,5%	Em Integração Externa

Fonte: Elaborada pelos autores

7. CONCLUSÕES

As teorias relativas à Cultura, Estrutura e Logística são possuidoras de rica bibliografia. Entretanto, a interface entre elas ainda é pouco explorada. Nesse sentido, o estudo de caso executado foi de grande importância para expandir a compreensão de como se relacionam. Além disso, o instrumento de pesquisa desenvolvido mostrou-se extremamente versátil em elucidar de que modo se manifestam.

No que se refere à Cultura Organizacional, conclui-se que a empresa estudada caracteriza-se pela Alta Distância ao Poder, Individualismo, Alta Aversão à Incerteza e Masculinidade. No que tange a Estrutura Organizacional, conclui-se sem ressalvas que a Burocracia Mecanizada é dominante. Por fim, sobre Logística, conclui-se de modo claro que a companhia encontra-se em estágio de Integração Funcional, mas está em busca da passagem para o estágio subsequente.

Sendo assim, pode-se afirmar que a dinâmica entre Logística, Cultura e Estrutura Organizacionais se dá de maneira intrínseca. Alta Distância ao Poder, por exemplo, é extremamente correlata à Burocracia Mecanizada, também presente na organização estudada. Isso também se aplica às outras dimensões culturais preponderantes e têm como consequência o Estágio Evolutivo manifestado ter sido o de Integração Funcional, apesar de a empresa, pelo seu grande porte, estar buscando a evolução.

Essas conclusões se valem de uma originalidade intrínseca e, assim, devem ser utilizadas como objeto de estudo de futuras pesquisas relacionadas a outros casos, também voltados à compreensão, ainda jovem, do todo organizacional, gerando cada vez mais valor e vantagens competitivas aos que se engajarem na busca pela coesão entre sua cultura, sua gestão e seu modo de estruturar-se.

REFERÊNCIAS

[1] BALLOU, R.H. GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS: PLANEJAMENTO, ORGANIZAÇÃO E LOGÍSTICA EMPRESARIAL. 4. ED. PORTO ALEGRE: BOOKMAN, 2001.

[2] DAUBER, D.; FINK, G.; YOLLES, M. A CONFIGURATION MODEL OF ORGANIZATIONAL CULTURE. SAGE OPEN, V. 2, N. 1, 2012.

[3] DE SOUZA, E. C. L.; FENILI, R. R. O estudo da cultura organizacional por meio das práticas: uma proposta à luz do legado de Bourdieu. Cadernos EBAPE. BR, v. 14, n. 4, p. 872, 2016.

[4] FOGAÇA, D. R. Relações entre dimensões culturais e estágios de evolução da logística. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo – USP, São Carlos, 2011.

[5] HOFSTEDE, G. CULTURE'S CONSEQUENCES: COMPARING VALUES, BEHAVIORS, INSTITUTIONS, AND ORGANIZATIONS ACROSS NATIONS. 2. ED. THOUSAND OAKS, CA: SAGE PUBLICATIONS, 2001.

[6] KIRKMAN, B. L.; LOWE, K. B.; GIBSON, C. B. A QUARTER CENTURY OF CULTURE'S CONSEQUENCES: A REVIEW OF EMPIRICAL RESEARCH INCORPORATING HOFSTEDE'S CULTURAL VALUES FRAMEWORK. JOURNAL OF INTERNATIONAL BUSINESS STUDIES, V. 37, N. 3, 2006.

[7] MENTZER, J.T.; MIN, S.; BOBBITT, L. M. TOWARD A UNIFIED THEORY OF LOGISTICS. INTERNATIONAL JOURNAL OF PHYSICAL DISTRIBUTION AND LOGISTICS MANAGEMENT, V.34, N.8, P.606-627, 2004.

[8] MINTZBERG, H. STRUCTURES IN FIVES: DESIGNING EFFECTIVE ORGANIZATIONS. ENGLEWOOD CLIFFS: PRENTICE-HALL, 1993.

[9] MINTZBERG, H. CRIANDO ORGANIZAÇÕES EFICAZES: ESTRUTURAS EM CINCO CONFIGURAÇÕES. SÃO PAULO: ATLAS, 2A ED, 2012.

[10] RICHARDSON, R. J. Pesquisa social: métodos e técnicas. 3. Ed. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

[11] SANTOS, F. C. A.; BORIN, J. P. F.; BECK, S.; NYHUIS, P.; LÖDDING, H. RELAÇÕES ENTRE DIMENSÕES CULTURAIS DE HOFSTEDE E CONFIGURAÇÕES ORGANIZACIONAIS DE MINTZBERG. IN: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - SIMPEP, 17, 2010, BAURU. ANAIS... BAURU, UNESP, 2010. P.1-15.

[12] SCHEIN, E. H. CULTURA ORGANIZACIONAL E LIDERANÇA. SÃO PAULO: ATLAS, 2009.

[13] STEVENS, G. C. INTEGRATING THE SUPPLY CHAIN. INTERNATIONAL JOURNAL OF DISTRIBUTION AND MATERIALS MANAGEMENT, V.19, N.8, P.3-8, 1989.

[14] VENTURA, M. M. O ESTUDO DE CASO COMO MODALIDADE DE PESQUISA. REV. SOCERJ. V. 20, N. 5, P. 383-386, 2007.

[15] WOOD JR, T.; ZUFFO, P. K. SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. REVISTA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS, SÃO PAULO, V. 38, N. 3, P. 55-63, 1998.

CAPÍTULO 19

PAINÉIS PARTICULADOS DE RESÍDUOS MADEIREIROS E ADESIVO POLIURETANO A BASE DE BIOMASSA: PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

Fabiana Haddad Bistane
Letícia Lima Viana
Laura Gabriele Rodrigues da Costa Carvalho
César Augusto Galvão de Morais
Marilia da Silva Bertolini

Resumo: Reciclagem e reuso de produtos e materiais contribuem para uma economia de baixo carbono, com a diminuição da extração de recursos naturais. A indústria madeireira, independente de seu segmento, gera resíduos no processamento deste material. Os painéis de partículas são potenciais produtos a serem obtidos por meio do reaproveitamento destes resíduos. Este estudo teve como objetivo a produção e caracterização de painéis de partículas, provenientes de resíduos industriais e resina poliuretana a base de mamona. Foram produzidos painéis com variação nos tempos de prensagem, em 7 e 10 minutos. A caracterização foi realizada conforme NBR 14810 (2013), avaliando-se: Densidade; Teor de Umidade; Inchamento em espessura e Absorção de água, em 2 e 24 horas. Os painéis produzidos foram classificados como de média densidade (0,6 e 0,78 g/cm³) e apresentaram teor de umidade e inchamento em 24 horas em conformidade com os requisitos normativos. As demais propriedades não se diferiram estatisticamente entre os tratamentos, o que demonstra a possibilidade de adoção do menor tempo de prensagem na fabricação. Observou-se por meio deste estudo a viabilidade do uso de resíduos industriais e adesivo proveniente de biomassa, além de melhores condições de fabricação, os quais podem contribuir para produtos de maior apelo ambiental.

Palavras chave: Resíduos Industriais, Painéis de Madeira, Adesivo de Biomassa, Propriedades Físicas.

1. INTRODUÇÃO

O estímulo a processos de reciclagem e reutilização de produtos é uma das alternativas que podem inserir um país na economia de baixo carbono. O reuso diminui a necessidade de produção de novos bens e a extração de recursos naturais e, conseqüentemente, a emissão de gases do efeito estufa durante estes processos é reduzida (FRAGMAQ, 2014).

A Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, que estabelece a política Nacional de Resíduos Sólidos, conceitua resíduos sólidos e define sua destinação adequada, como reutilização, incineração, compostagem, entre outros. Esta lei descreve a importância do reaproveitamento e o papel da reciclagem dos resíduos sólidos, a qual objetiva a alteração de suas propriedades visando à transformação em insumos ou novos produtos (NASCIMENTO et al., 2016).

Independentemente do segmento de indústria madeireira, a geração de resíduos é decorrência do processamento primário ou secundário da madeira, sendo sua quantidade caracterizada pelo tipo de processo e máquinas utilizadas, além da forma e anatomia das toras (CERQUEIRA et al., 2012). Apesar de o Brasil possuir uma quantidade considerável de madeira reflorestada, as espécies mais empregadas neste fim provenientes de plantios homogêneos, como os gêneros Pinus e Eucalipto, podem alcançar apenas cerca de 63% de aproveitamento da matéria prima em seu beneficiamento (HILLIG et al. 2006).

Os rejeitos desta indústria podem ser reutilizados, tratando-se de uma alternativa econômica para as empresas, bem como contribuindo com a racionalização dos recursos florestais e gerenciamento dos resíduos sólidos industriais (CERQUEIRA et al., 2012).

Os painéis de partículas, também conhecidos por aglomerados, são potenciais produtos a serem obtidos com o reaproveitamento destes resíduos. Os painéis aglomerados são produtos obtidos com partículas de madeira, incorporando-se resinas sintéticas ou outros adesivos, consolidados por prensagem aplicando-se temperatura e pressão (IWAKIRI, 2005; MOSLEMI, 1974; MALONEY, 1977). Devido à modernização tecnológica no processo de fabricação, o que trouxe ao produto desempenho superior em resistência, na década de 1990 foi implementada a nomenclatura MDP (*Medium Density Particleboard*) ou painéis de partículas de média densidade, buscando dissociar o novo produto da imagem do aglomerado tradicional (MATTOS; GONÇALVES, 2008). Em 2015, estes produtos representaram uma fatia expressiva dentre os painéis de madeira produzidos no mundo, com aproximadamente 83 milhões de m³, conforme a *Food and Agriculture Organization* - FAO (2017).

Os painéis comerciais são produzidos em três camadas, partículas menores nas camadas externas, para melhorar a adesão e acabamento com revestimentos, e partículas de maior granulometria no núcleo, contribuindo assim com a resistência mecânica. No entanto, a produção de painéis de partículas homogêneas (PPH) é uma alternativa que pode reforçar o apelo ambiental, por serem produtos que não necessitam de várias etapas de classificação das partículas e de disposição das mesmas em camadas na formação do colchão que gera o painel, contribuindo para menor consumo de energia durante sua fabricação.

Outra questão associada aos painéis comerciais é o emprego de adesivo uréia-formaldeído (UF) em sua composição. A emissão de formaldeído livre é um dos fatores que mais contribuem nos impactos ambientais durante a produção destes painéis, além do consumo de energia elétrica (FREIRE et al., 2016). A emissão de formaldeído destes painéis e o enfraquecimento da ligação da cola causado pela degradação hidrolítica do polímero UF estimularam as pesquisas para desenvolvimento de adesivos melhorados (SALEM et al., 2011). A resina poliuretana bicomponente à base de mamona é uma alternativa às resinas sintéticas. Parcialmente derivada de biomassa, tem apresentado excelentes resultados em trabalhos envolvendo madeira e seus produtos derivados. Apesar do custo ligeiramente superior comparado aos adesivos convencionais neste mercado, o custo pode ser reduzido ao longo do tempo, à medida que a demanda por produtos de fontes renováveis aumenta (BERTOLINI, et al. 2013). Composta de poliol, extraído da mamona, e do pré-polímero (isocianato), resulta em uma resina poliuretana com cura a temperatura ambiente, a qual pode ser acelerada em temperaturas próximas a 90 ºC (DIAS, 2008).

Diante deste contexto, este estudo teve como objetivo a produção e caracterização de painéis de partículas de madeira, provenientes de resíduos industriais e resina

poliuretana bicomponente a base de óleo de mamona.

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivo a produção e caracterização física, de painéis de partículas de madeira, provenientes de resíduos industriais, e resina poliuretana bicomponente a base de óleo de mamona. Buscou-se deste modo obter produtos com considerável apelo ambiental, devido às características inerentes aos insumos empregados e ao processo.

3. METODOLOGIA

3.1 MATERIAIS

Para a fabricação dos painéis foram utilizados resíduos de madeira da espécie *Pinus* sp., proveniente do processamento de madeira no Laboratório de Serraria e Beneficiamento, do Câmpus de Itapeva - UNESP. O resíduo foi reduzido em moinho de facas modelo Marconi MA 680 para obtenção das partículas (Figura 1). Posteriormente, as partículas foram classificadas em um agitador de peneiras para análises granulométricas marca Bertel, utilizando-se as peneiras de 4 mm de abertura (5mesh), 2mm de abertura (9mesh) e 1 mm de abertura (16mesh). Para a produção dos painéis foram utilizadas as partículas retidas na peneira de 2 mm (Figura 1).

Figura 1 – Moinho de facas e agitador de peneiras para processamento e classificação das partículas

O adesivo utilizado foi a resina poliuretana a base de óleo de mamona, do tipo bicomponente, sendo o componente A o poliol derivado do óleo de mamona (densidade 1,2 g/cm³) e o componente B o isocianato polifuncional (densidade 1,24 g/cm³).

3.2 PRODUÇÃO DOS PAINÉIS

Os painéis de partículas homogêneas foram fabricados no Laboratório de Painéis e Secagem, Câmpus de Itapeva - UNESP. As partículas e os componentes A e B do adesivo foram pesados, com base nas quantidades obtidas para densidade nominal de 0,70 g/cm³. Em seguida, estes insumos foram homogeneizados em encoladeira Marconi. A mistura obtida foi colocada em molde de 450 mm × 450 mm× 10 mm sobre uma chapa metálica e realizada a pré-prensagem da mistura em prensa Ribeiro capacidade 15 t, formando o colchão de partículas para facilitar a prensagem final, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Pré-prensagem para formação do colchão de partículas.

A prensagem final dos painéis foi realizada em prensa hidraúlica Hidral-Mac PHH capacidade 80 t, conforme a Figura 3. Os parâmetros de prensagem utilizados foram temperatura de 100 °C e pressão de 40 kgf/cm^2. Foram adotadas duas variações em termos de tempo de prensagem, de 7 e 10 minutos, sendo produzidos 3 painéis para cada variação, totalizando 6 painéis. Os painéis foram armazenados por 72 horas em temperatura ambiente, para completa cura e estabilização e posteriormente esquadrejados nas dimensões finais de 400 mm x 400 mm.

Figura 3 – Prensagem a quente e painéis produzidos.

3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS PAINÉIS

A caracterização dos painéis foi realizada conforme a norma brasileira ABNT NBR 14810 (2013), avaliando-se as propriedades físicas de: Densidade; Teor de Umidade; Inchamento em espessura, em 2 e 24 horas e Absorção de água, após 2 e 24 horas. Para realização destes ensaios, foram obtidos corpos de prova a partir do corte dos painéis, sendo

retirados 6 corpos de prova de 50 mm x 50 mm para cada propriedade.

A partir dos resultados obtidos realizou-se tratamento estatístico por meio de análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey a 5% de significância, comparando-se os tratamentos obtidos, utilizando-se o software Minitab 17. Os resultados foram comparados às principais normas de painéis, NBR 14810 (2013) e ANSI A208.1 (1999).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As tabelas 1 e 2 apresentam os valores encontrados para as propriedades físicas de densidade e teor de umidade dos painéis.

Tabela 1 – Densidade dos painéis de partículas.

Painel /Corpo de Prova	Densidade (g/cm^3)	
	Painéis – 7 minutos*	Painéis – 10 minutos*
1/1	0,58	0,84
1/2	0,72	0,84
2/1	0,46	0,77
2/2	0,48	0,74
3/1	0,68	0,7
3/2	0,66	0,77
Média*	0,60 *b*	0,78 *a*
Coeficiente de Variação (%)	18,16	7,13

*Médias seguidas de letra iguais não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Tabela 2 – Densidade dos painéis de partículas.

Painel /Corpo de Prova	Teor de umidade (%)	
	Painéis – 7 minutos*	Painéis – 10 minutos*
1/1	12,33	9,95
1/2	11,82	9,91
2/1	12,40	10,31
2/2	11,91	10,32
3/1	11,52	10,53
3/2	11,41	14,33
Média*	11,90 *a*	10,89 *a*
Coeficiente de Variação (%)	3,42	15,62

*Médias seguidas de letra iguais não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (p < 0,05).

Conforme a tabela 1, observou-se que as amostras de painéis (7 e 10 minutos) resultaram em diferença estatística entre si, sendo os painéis de 10 minutos de prensagem de maior densidade. Entretanto, ambas as amostras se enquadram como painéis de média densidade (0,64 a 0,8 g/cm³), conforme classificação da norma ANSI A208.1 (1999).

Ambos os tratamentos apresentaram teor de umidade em conformidade com o requisito estabelecido pela norma NBR 14810 -2 (2013), a qual especifica valores entre 5 a 13%, de acordo a tabela 2. Comparando-se as amostras entre si, as mesmas apresentaram equivalência estatística ao nível de 5% de significância, ou seja, o tempo de prensagem não afetou a propriedade de teor de umidade.

As tabelas 3 e 4 a seguir apresentam os valores encontrados para as propriedades físicas de inchamento em espessura e absorção de água.

Tabela 3 – Inchamento em espessura (2 e 24 horas) dos painéis de partículas.

Painel/Corpo de Prova	Inchamento em espessura - 2h (%)		Inchamento em espessura - 24h (%)	
	Painéis 7 minutos	Painéis 10 minutos	Painéis 7 minutos	Painéis 10 minutos
1/1	8,2	2,51	11,4	9,6
1/2	8,64	5,79	12,91	13,11
2/1	6,91	6,22	7,7	13,09
2/2	7,42	8,21	9,01	11,6
3/1	6,08	10,46	12,66	14,3
3/2	6,41	8,46	13,36	12,47
Média*	7,28 *a*	6,94 *a*	11,17 *a*	12,36 *a*
Coeficiente de variação (%)	13,81	39,60	20,72	13,08

*Médias seguidas de letra iguais, para a mesma propriedade e período de análise, não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A NBR 14810-2 (2013) estabelece requisitos apenas para o inchamento em espessura durante 24 horas que, para painéis de espessura entre 6 a 13 mm, deve estar abaixo de 18%. Sendo assim, observou-se que os painéis de 7 minutos e 10 minutos deste estudo estiveram em conformidade com o valor especificado pela norma.

Para a propriedade de inchamento em espessura, nos períodos de 2 e 24 horas, o tempo de prensagem não afetou o comportamento dos painéis em relação à esta propriedade, fato observado pela equivalência estatística entre os resultados, o que demonstra a possibilidade de adoção de menor tempo de prensagem na fabricação dos painéis.

Sartori et al. (2012) produziram painéis de partículas de bagaço de cana, utilizando resina poliuretana à base de mamona, produzidos com pressão de prensagem 5 MPa, por 10 minutos, à 100 °C. Os autores verificaram para os painéis inchamento em espessura em 24 horas de 20%. Isto demonstra a superioridade dos valores encontrados no estudo em questão, por volta de 11 a 12% para os painéis de 7 a 10 minutos de prensagem, o que pode estar relacionado à madeira de *Pinus* sp., já que utilizou-se o mesmo adesivo que o trabalho da literatura.

Tabela 4 – Absorção de água (2 e 24 horas) dos painéis de partículas.

Painel/Corpo de Prova	Absorção de água 2h (%)		Absorção de água - 24h (%)	
	Painéis 7 minutos	Painéis 10 minutos	Painéis 7 minutos	Painéis 10 minutos
1/1	39,07	7,36	53,00	22,12
1/2	32,22	13,16	47,54	31,71
2/1	88,73	19,44	105,86	44,27
2/2	78,17	15,39	106,42	37,36
3/1	28,90	38,92	51,95	59,38
3/2	23,55	33,46	50,21	57,57
Média*	48,44 *a*	21,29 *a*	69,16 *a*	42,07 *a*
Coeficiente de Variação (%)	57,35	57,81	41,50	34,81

*Médias seguidas de letra iguais, para a mesma propriedade e período de análise, não se diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Conforme a tabela 4, a equivalência estatística entre os resultados dos painéis de 7 e 10 minutos, nos dois períodos de absorção de água nos quais as amostras foram submetidas (2 e 24 horas), demonstra que o tempo de prensagem também não afetou esta propriedade, embora tenha sido notado considerável coeficiente de variação entre os valores obtidos para os corpos de prova.

Fiorelli et al. (2015) encontraram para painéis produzidos com resíduos de *Pinus* spp. oriundos de uma indústria moveleira e resina poliuretana à base de mamona, valor desta propriedade por um período de 2 horas de 53,59%.

Soratto et al. (2013) produziram painéis de madeira aglomerada de *Eucalyptus* sp. com associação de cavaco com casca e ureia-formaldeído como adesivo. Os resultados para absorção de água para o painel com 100% de madeira e 0% de partículas de cavaco com casca foram de 23,23% e 44,50%, para 2 e 24 horas, respetivamente. Para painéis contendo 76% de partículas de madeira e 24% de partículas de cavaco com casca, os valores foram de 35,61% em 2 horas e de 47,93% em 24 horas.

Diante do exposto por meio de valores encontrados em trabalhos análogos da literatura, observou-se que, independente da composição dos painéis de partículas, nota-se uma tendência de valores elevados para absorção de água. Cabe ressaltar que não há requisitos para esta propriedade nas normas NBR 14810-2 (2013) e ANSI A208-1 (1999).

5. CONCLUSÕES

Observou-se por meio deste estudo a viabilidade do uso de resíduos industriais de madeira e adesivo proveniente de biomassa na produção de painéis de partículas, o que pode contribuir para fabricação de produtos de menor impacto ambiental.

Por meio dos resultados obtidos para as propriedades de inchamento em espessura e absorção de água, características muito importantes destes produtos quanto a resistência à água, observou-se que um menor tempo de prensagem dos painéis pode ser utilizado em sua fabricação, comparando-se os períodos de 7 e 10 minutos. A redução do tempo empregado nesta etapa de fabricação pode colaborar com economia de energia, o que se torna interessante também em termos ambientais.

REFERÊNCIAS

[1] AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. ANSI A208.1: Particleboard. Gaithersburg. 1999.

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14810-2: Painéis de partículas de média densidade. Parte 2: Requisitos e Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

[3] BERTOLINI, M. S.; NASCIMENTO, M. F.; ROCCO LAHR; F. A.; AGNELLI, J. A. M. Accelerated artificial aging of particleboards from residues of CCB treated Pinus sp. and castor oil resin. Materials Research, v.16, n.2, p.293-303, 2013.

[4] CERQUEIRA, P. H. A.; VIEIRA, G. C.; BARBERENA, I. M.; MELO, L. C.; FREITAS, L. C. Análise dos resíduos madeireiros gerados pelas serrarias do município de Eunápolis-BA. Floresta e Ambiente, v. 19, n.4, p.506-510, 2012.

[5] FAO. FAOSTAT Forestry. (2016). Disponível em:

[6] <http://faostat.fao.org/site/626/DesktopDefault.aspx?PageID=626#ancor>. Acesso em: 04 jul. 2017.

[7] FIORELLI, J.; CHRISTOFORO, A. L.; ROCCO LAHR, F. A.; NASCIMENTO, M, F.; CURTOLO, D. D.; SARTORI, D. L.; BELINI, U. L. Painéis de partículas monocamadas fabricados com resíduo de madeira e fibra de coco verde. Scientia Forestalis, v. 43, n. 105, p. 175-182, 2015.

[8] FRAGMAQ. Economia sustentável: o que é a economia de baixo carbono. Publicado em 7 de outubro de 2014. Disponível em: <http://www.fragmaq.com.br/blog/economia-sustentavel-economia-carbono/>. Acesso em: 13 jul. 2017.

[9] FREIRE, A. L. F.; FIGUEIRÊDO, M. C. B.; ROSA, M. F.; ARAÚJO JÚNIOR, C. P. Impactos ambientais de painéis de madeira: uma revisão de literatura. In: Anais do IV Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental, COBESA, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - Cruz das Almas, 2016.

[10] HILLIG, E.; SCHNEIDER, V. E.; WEBER, C.; TECCHIO, R. D. Resíduos de madeira da indústria madeireira – caracterização e aproveitamento. In: Anais do XXVI ENEGEP - Fortaleza, 2006.

[11] IWAKIRI, S. Painéis de madeira reconstituída. Curitiba: FUPEF. 2005.

[12] MALONEY, T. M. Modern particleboard & dry-process fiberboard manufacturing. San Francisco: Miller Freeman. 1977.

[13] MATTOS, R. L. G.; GONÇALVES, R. M.. Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas. BNDES Setorial, n. 27, p. 121-156, 2008.

[14] MOSLEMI, A. A. Particleboard.London: Southern Illinois University Press, 1974.

[15] NASCIMENTO, M. F. ; ROCCO LAHR, F. A. ; CHRISTOFORO, A. L. ; BERTOLINI, M. S. ; FIORELLI, J.; SILVA, M.R. . Painéis de partículas homogêneas fabricados com resíduos lignoceluósicos e resina alternativa para aplicação em pisos. Scientia Forestalis, v. 44, p. 1001-1007, 2016.

[16] SALEM, M. Z. M.; BÖHM, M.; BARCÍK, S.; BERÁNKOVÁ, J. Formaldehyde Emission from Wood-Based Panels Bonded with Different Formaldehyde-Based Resins. Drvna Industrija, v. 62, n. 3, p.177-183, 2011.

[17] SARTORI, D. L.; CRAVO, J. C. M.; BARRERO, N. G.; FIORELLI, J.; SAVASTANO JUNIOR, H. Painel em madeira de reflorestamento e chapas de partículas para instalações rurais. Floresta e Ambiente, v. 19, n.2, p.171-178, 2012.

[18] SORATTO, D. N.; CUNHA,A. B.; VITAL, B. R.; CARNEIRO, A. C. O.; COSTA, F. R. Efeitos da adição de cavaco com casca na qualidade de painéis MDP produzidos com Eucalyptus sp. Ciência da Madeira, v. 04, n. 01, p. 46-59, 2013.

CAPÍTULO 20

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DO PDCA NO GERENCIAMENTO DO PROCESSO DE LUBRIFICAÇÃO OPERACIONAL PARA MELHORIA E SUPORTE DE RESULTADOS EM UMA REFRIGERANTEIRA

Lucas Martins Franco
Márcio Dimas Ramos
Carlos Henrique Oliveira
Henrique Duarte Carvalho
Sandra Miranda Neves

Resumo: Toda empresa competitiva tem uma variedade de processos para lidar. Estas mesmas empresas, eventualmente lidam com anomalias nesses processos. Algumas dessas anomalias têm origem desconhecida e, por isso, é de suma importância contar com ferramentas que permitem investigar e solucionar esses problemas. O presente artigo busca sintetizar uma metodologia eficaz conceituada entre as organizações, o pdca. O estudo contempla a aplicação do ciclo pdca em quatro linhas de produção de uma refrigeranteira de Jundiaí-SP, a fábrica trabalha com um índice denominado de taxa de falhas, uma extensão do processo de lubrificação e reflexo da manutenção preditiva por análise de óleo na companhia. Este indicador é um reflexo da qualidade na rotina de lubrificação das máquinas destas linhas e durante muito tempo, não atingia a meta estabelecida estrategicamente. Para a implementação e melhorias no processo, realizou-se uma pesquisa-ação com foco nas etapas do pdca. O trabalho mostra a aplicação desta metodologia, seguindo todas suas etapas de modo consciente e com apoio da liderança e operação da fábrica. Com isto, obteve-se uma redução significativa de mais de 20% no índice de taxa de falhas a padronização dos aprendizados que trazem resultado.

1. INTRODUÇÃO

No que tange à competitividade empresarial, as companhias que melhor desenvolvem a gestão do seu tempo e recursos, geralmente são as que mais se destacam garantindo sua sobrevivência. As organizações mais capacitadas desenvolvem um planejamento estratégico de suas operações visualizando suas metas ao longo prazo, onde querem chegar e quais recursos são necessários para tal feito. Quando se trata de linhas produtivas essa lógica também é aplicada; as metas de produção geralmente envolvem a eficiência da linha, a disponibilidade de máquinas, o tempo de setup e manutenção, índices de perda de insumo, entre outros.

Com isso, tem-se buscado redução da indisponibilidade não programada na produção, minimizando o tempo que não estava programado e que não agrega valor para atividade. Essa situação é justificada, principalmente, pela parada de maquinário. Desde o desenvolvimento da indústria, as máquinas têm sido tratadas como recursos valiosos, tendo em vista o papel que exercem dentro da linha de produção e, para a garantia da sua disponibilidade física na operação, a manutenção passou a obter uma função de suma importância.

Os tipos de manutenção realizados na indústria se dividem em corretiva, preventiva e preditiva. Em geral, as manutenções mais desenvolvidas são análise de óleo, vibração, termografia e emissão acústica. Quando se trata de análise de óleo, a manutenção preditiva se encarrega de medir e verificar se o lubrificante está nas especificações corretas.

Com isso, essa pesquisa se propõe a responder à seguinte questão: Como a metodologia do ciclo PDCA pode melhorar o processo de lubrificação, em uma fábrica que têm resultados negativos em sua manutenção preditiva por análise de óleo?

Essa pesquisa tem como objetivo descrever a aplicação prática da metodologia do PDCA, em que se busca melhoria dentro de um processo de lubrificação operacional, que acarreta nos resultados de uma manutenção preditiva por análise de óleo em componentes de quatro linhas de produção em uma refrigeranteira. Para alcançar esse objetivo, pretende-se: (I) atualizar o fluxo de ações após os resultados da coleta e difundir a lubrificação operacional como propulsor para o resultado de manutenção preditiva por análise de óleo; (II) utilizar o ciclo PDCA para investigar a razão dos resultados ruins, atuar segundo a metodologia e garantir um novo processo sustentável ao longo do tempo; (III) difundir o conhecimento de taxa de falhas por lubrificação para a liderança e operação da fábrica; (IV) otimizar a comunicação entre a fábrica e a empresa terceira que realiza a coleta de óleo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PROCESSOS

Toda organização contém um conjunto de processos, onde estes são utilizados como um método de estudar, visualizar e avaliar as atividades exercidas. Davenport (1994), um dos pioneiros sobre o tema, sintetiza processo de uma maneira simples; sua definição envolve a ordenação de atividades do trabalho, com a expressão do tempo, espaço, começo, fim, inputs e outputs bem identificados. Reforçando essa ideia, tem-se a definição da Fundação Nacional da Qualidade (2010, p.103): “Os processos são constituídos pelo conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que transformam insumos (entradas) em produtos (saídas)”.

Slack (2009) complementa, citando processo como uma tecnologia que envolve máquinas, equipamentos e dispositivos como agentes transformadores de materiais, informação e consumidores, agregando valor ao produto desse processo e, consequentemente, sendo um diferencial para atingir os objetivos estratégicos de uma organização. Trazendo esse conceito para o dia a dia, os processos são geridos diariamente e são incorporados às rotinas da empresa, assim, sendo um método que envolve todos os colaboradores de uma organização (GONÇALVES, 2000b).

Siha (2008) aponta o domínio dos processos como um dos agentes críticos de gestão e melhoria de resultados. Além disso, ressalta que o envolvimento e comprometimento da alta administração, assim como uma comunicação compartilhada e difundida no meio empresarial, são pontos importantes para a utilização do processo como suporte à gestão. Outra peculiaridade sobre processos, é que existe uma hierarquia entre eles, ou seja, um processo pode ser dividido em mais atividades e o nível de detalhe depende do interesse e compressão dos envolvidos na organização. Essa lógica gera uma subdivisão em processos menores atividades

e tarefas (CARPINETTI, 2010, p.37). Estruturando esse fundamento, Harrington (1993) propõe uma classificação de acordo com o grau de abrangência na organização, em uma escala de mais abrangente para mais detalhado, sugere-se a ordem: Macroprocesso, Processo, Subprocesso e atividade ou tarefas, sendo este último, as menores divisões de todo o processo. Para completar a estrutura, Falconi (2004) destaca a importância de que estes processos sejam mapeados e introduzidos em um fluxograma descrevendo a sequência lógica das atividades a serem desempenhadas e seu grau de relevância.

Gonçalves (2000) identifica que todo processo está sujeito às possíveis falhas, ruídos na comunicação, má distribuição de transformadores, execuções desnecessárias e atividades que não agregam valor.

2.2 CICLO PDCA

A metodologia do ciclo PDCA tem como premissa o controle de processos, voltado para resultados. Essa metodologia foi desenvolvida na década de 30 pelo americano Shewart e extensamente divulgada por Deming (WERKEMA,1995). Para Campos (2004), o seu uso se caracteriza da seguinte forma: P - *Plan* ou Planejar; D - *Do* ou Executar; C - *Check* ou Verificar e A - *Act* ou Agir.

As etapas e definições de cada passo do ciclo, podem ser visualizadas conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1: Etapas do ciclo PDCA.

PDCA	FLUXO	ETAPA	OBJETIVO
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância.
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista.
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais
	4	Plano de ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	5	Ação	Bloquear as causas fundamentais
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo
	EFETIVO? NÃO SIM	Bloqueio foi efetivo?	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema.
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro

Fonte: Campos (1999)

Para Junior (2008), utilizando o método do ciclo PDCA, busca-se um controle gerencial básico, no qual visa a resolução de problemas através de ações que eliminam a causa raiz e evitam que o mesmo problema surja novamente. Complementando essa ideia, Werkema (1995, p. 24) estabelece o ciclo PDCA como "um método gerencial de tomada decisões para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização".

2.3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Sob a ótica de Aguiar (2006), para que a implementação do ciclo PDCA seja bem sucedida, é de suma importância o conhecimento das ferramentas da qualidade,

uma vez que essas sustentarão a implementação e a garantia de que as etapas sejam realizadas. As ferramentas irão garantir a análise efetiva das variabilidades nos processos produtivos, bem como a seleção das causas mais críticas e as ações mais viáveis. As ferramentas mais trabalhadas são: estratificação, fluxograma, diagrama de causa e efeito, 5W2H, folhas de verificação e gráfico de controle. Segundo Merli (1993) apud Mesquita (2003) é necessário compreender que além das ferramentas e passos bem executados, a organização que deseja suceder na implementação da metodologia do PDCA e, consequentemente, atingir suas metas estabelecidas no planejamento estratégico, não basta apenas o suporte gerencial e técnico, mas também o apoio da liderança quanto às mudanças necessárias, investindo em motivação, educação e treinamento, sendo este último o mais importante.

2.3.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

O Diagrama de Ishikawa, também conhecido como espinha de peixe ou diagrama de causa e efeito, procura expressar a série de causas de um efeito, no caso, o problema (MEIRELES, 2001). No lado direito do diagrama, coloca-se o problema ou efeito a ser analisado e no lado esquerdo são descritas as diversas causas que contribuem para seu aparecimento, agrupadas de forma hierárquica de importância, até o nível de detalhe que seja considerado necessário (VERGUEIRO, 2002).

Segundo Tubino (2007, p.166), “o diagrama de Ishikawa permite que processos complexos sejam divididos em processos mais simples e, portanto, mais controláveis.” Isto significa que o efeito seria dividido em vários problemas menores, ou seja, cada causa seria estudada de forma mais específica em um novo diagrama, aumentando assim, a visão do problema, enriquecendo a sua análise, tornando-se mais fácil solucioná-lo.

2.3.2 FLUXOGRAMA

O fluxograma é um diagrama usualmente voltado para processos, onde é possível visualizar a sequência detalhada de uma produção ou procedimento. Para Falconi (1992, p.55), essa ferramenta é essencial para a padronização de um processo. Pinho et al. (2007) complementa que o fluxograma traça o fluxo de informação, pessoas, equipamentos e materiais através de todas as etapas do processo. Campos (1999) reforça que o desenvolvimento de um modelo de fluxograma eficiente deve envolver de maneira participativa, a colaboração do pessoal envolvido em todas as áreas da organização.

2.3.3 CINCO POR QUÊS (CAUSA RAIZ)

Uma técnica simples e efetiva, a análise dos “Cinco Por quês” ou de “causa raiz”, consiste em entender a ocorrência do problema, questionando o problema sucessivamente até que se encontre a causa fundamental (JOHNSTON, CHAMBERS e SLACK, 2002). Para Fonseca (2006), usa-se essa técnica para determinar a relação entre as diferentes causas raízes do referido problema e não se fazer o uso de técnicas completas. São muito úteis quando os problemas envolvem fatores humanos e rotinas organizacionais.

2.3.4 FERRAMENTA 5W2H

A ferramenta 5W2H consiste em realizar perguntas para que se obtenham informações completas que servirão de apoio à elaboração do plano de ação de forma geral. Sua origem está na língua inglesa e refere-se aos termos What, Who, Why, Where, When, How, How Much / How Many (DAYCHOUM, 2010). O objetivo deste método é garantir que não haja qualquer dúvida em relação aos aspectos da ação, para o indivíduo que a lê (LENZI; KIESEL; ZUCCO, 2010).

2.3.5 FOLHA DE VERIFICAÇÃO

As folhas de verificação são utilizadas durante o ciclo de solução de problemas, seu uso consiste em simplesmente identificar o número de ocorrências do objeto de estudo (VERGUEIRO, 2002). São expressas por tabelas ou planilhas para facilitar a coleta e visualização de dados do processo (DAYCHOUM, 2010).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O estudo pode ser classificado como pesquisa-ação, afinal Martins et al. (2013) aborda esta como uma abordagem científica

para o tratamento de problemas e fenômenos desconhecidos dentro das organizações. Adiante, a pesquisa-ação tem caráter participativo, afinal os indivíduos que realizam a pesquisa, também participaram ativamente no processo de aplicação e resolução do problema. Isto é expresso no desenvolvimento do artigo, através da aplicação direta da metodologia do ciclo PDCA para sanar um problema crônico dentro da empresa.

3.2 DEFINIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

A pesquisa-ação foi realizada em uma fábrica de refrigerantes de grande porte situada em Jundiaí-SP. O trabalho teve início em novembro de 2016 e acompanhou três meses de medição, dezembro, fevereiro e abril. A fábrica contém oito linhas produtivas, sendo quatro delas, o objeto do presente estudo; as linhas 511, 512, 561 e 563. Todas as linhas podem trabalhar 7 dias por semana, a maioria delas em 3 turnos, com uma média de 7 operadores por turno. As linhas produzem uma variedade de refrigerantes, portanto, fazem setups de troca de sabor constantemente. A gestão da fábrica é contemplada por um planejamento estratégico, que traça metas e indicadores desafiadores para serem atingidos ao longo do ano. Por envolver uma rotina de produção extensa, a disponibilidade e conservação dos maquinários são de suma importância. Quando ocorre algum problema repentinamente, atuações emergenciais são feitas e dependendo do problema, levam um tempo variado para serem sanados; esse é um tipo de manutenção que se evita ao máximo de ser realizada.

Da mesma forma, as manutenções preventivas e preditivas são valorizadas. A manutenção preventiva é a mais expressiva entre elas, contemplando diversas programações e rotas de inspeção pelos técnicos mecânicos e elétricos e atividades de lubrificação, limpeza e reaperto. Já a manutenção preditiva por análise é refletida pela rotina e conhecimento de lubrificação da operação. Por muitos meses, o resultado dessa análise, conhecido como taxa de falhas, é negativo, com um índice médio de 35%, para uma meta de 12% e, consequentemente, é esta lacuna que se busca sanar.

3.3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA-AÇÃO

Inicialmente, houve facilidade no envolvimento dos funcionários da fábrica com esta metodologia, uma vez que o PDCA já é utilizado em outros processos que envolvem uma problemática de difícil solução. Diante disso, o primeiro passo a ser realizado foi compreender como acontece todo o processo, desde como é combinado a data de coleta até o fluxo de ação em cima dos *feedbacks*. Vale ressaltar que a compreensão do processo foi feita após a leitura de padrões operacionais que estão disponíveis na fábrica, além disso, a comunicação com a liderança da fábrica, trouxe *insights* importantes para este aprendizado.

Com relação à etapa de Planejamento (P) do PDCA, em que é feita a investigação do problema, o estudo utilizou dados que estão armazenados no sistema da fábrica e expressos através de planilhas e documentos, além disso, um *brainstoming* foi realizado em uma reunião com a liderança, as ideias foram analisadas e geraram o Diagrama de Ishikawa. Após isso, realizou-se a etapa que contempla o Plano de ação, onde foi possível originar as ações que iniciam das ferramentas de Diagnóstico Operacional e Análise de Causa Fundamental, além disso, foram elaboradas medidas que teriam potencial para reduzir as anomalias mais frequentes: Contaminação, Viscosidade Incorreta e Desgaste Natural. Na etapa de Execução (D), essas ações foram detalhadas em uma planilha, baseada nos fundamentos do 5W2H e toda a liderança tinha acesso, por isso era fundamental executar as ações de maneira correta e dentro do prazo. A etapa de Verificação (C) ocorreu após cada resultado fornecido pela empresa terceira e inserido na mesma planilha do plano de ação, com os detalhes de cada ponto e seu respectivo *feedback*. Por fim, na etapa de Ação (A) foram validadas e padronizadas as ações que foram efetivas. Dentre elas, as mais importantes foram, o fluxo de ação com ferramentas da própria companhia, ações que envolviam treinamento e difusão de informação e o ajuste da Gestão da Lubrificação.

A coleta é realizada bimestralmente, em pontos determinados e essa operação é feita por uma empresa terceira que coleta o óleo nos pontos estabelecidos. Alguns dias após a coleta, a empresa terceira fornece um diagnóstico de cada ponto, com um relatório completo contendo diversas informações

importantes, tais como a viscosidade do óleo, sua espectrometria e ações recomendadas.

Existem 4 diagnósticos possíveis e eles interferem diretamente no índice de taxa, são eles: Intervenção: A saúde do óleo/graxa, não está boa; Alerta: A saúde do óleo tende a algum problema no futuro; Normal: A saúde do óleo está boa; e Justificado: Por alguma razão, o analista da empresa terceira não conseguiu realizar a coleta de óleo.

O fluxo de ações, depois dos resultados, é feito por um cargo da liderança. O gatilho do fluxo é apenas o diagnóstico de Intervenção e não envolve uma investigação. A ação envolve realizar uma ordem de manutenção que, na maioria das vezes, é apenas para trocar o óleo do componente. O diagnóstico de Alerta não é utilizado, pois não interfere diretamente no cálculo do índice de taxa de falhas, como explicado mais adiante.

Além disso, dentro da Intervenção, existem alguns modos de falhas que geram esta anomalia, estes podem ser sintetizados em: Desgaste Natural: O equipamento está com a vida útil perto do fim, ou seja, o mesmo libera partículas ferrosas para o óleo; Contaminação: O óleo está sendo contaminado por alguma fonte externa, seja no procedimento de lubrificação, ou por alguma vedação que não está funcionando; Viscosidade Incorreta: O óleo que foi utilizado na lubrificação é diferente do que é especificado para o equipamento; Água (>0,2%): O componente encontra-se com umidade, por algum problema na vedação e estrutura do equipamento; Água (>10%): O óleo contém água misturada, decorrente dos mesmos motivos do modo anterior.

Do ponto de vista operacional, os operadores seguem um sistema Gestão de Lubrificação para lubrificar os equipamentos da linha de produção. Este sistema consiste em 4 vertentes, que estão estritamente relacionadas: Procedimentos de lubrificação: Documento detalhado em relação ao procedimento completo de lubrificação de todos os pontos de um equipamento; *Layout*: Um mapa que contempla todos os pontos a serem lubrificados em uma máquina, assim como o tipo de ponto: redutores, correntes, guias, rolamentos, reservatório de óleo, dentre outros; *Checklist*: Um *checklist* com frequências relativas (mensal, quinzenal, mensal) em que o operador tem a informação de todos os pontos da máquina, bem como o tipo de lubrificante a ser utilizado, qual é o método de lubrificação e especificações de quantidade; e *Tag*: Uma identificação física para cada ponto.

Sabendo destas informações, é possível compreender como é calculado o índice de taxa de falhas que é expresso pela Equação 1.

$$Taxa\ de\ falhas\ (\%) = \frac{\text{Nº de intervenções}}{\text{Nº de pontos} - \text{Nº de justificados}} \quad (1)$$

Pode-se exemplificar da seguinte maneira; se não há nenhuma intervenção, em certo número de pontos estudados e também não houve nenhum ponto justificado, tem-se um índice de 0%, que seria o melhor possível em uma medição.

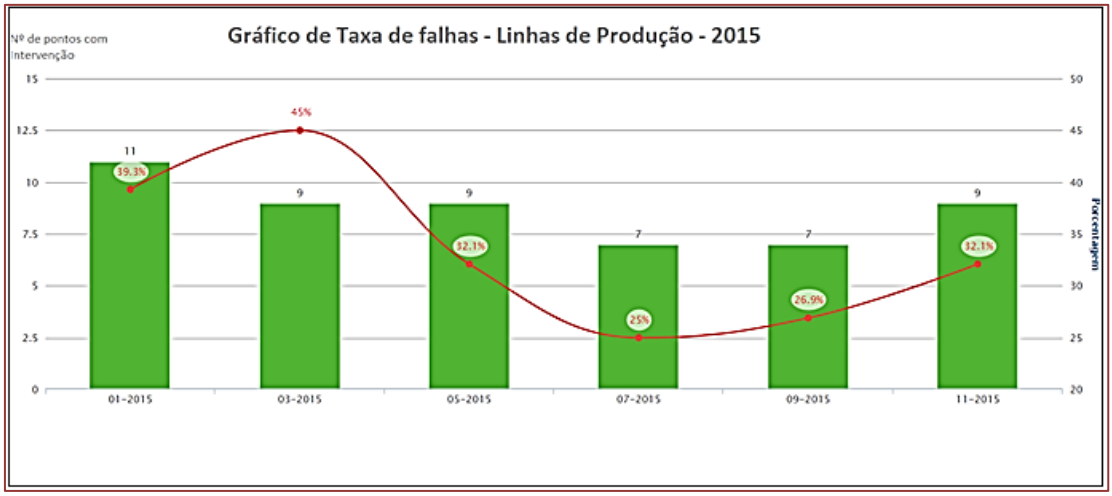
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Pela formulação do índice de taxa de falhas, busca-se atingir números cada vez mais próximos de zero. Por questões estratégicas ficou estabelecida uma meta de 12% de taxa de falhas, portanto, qualquer índice maior não corresponde aos objetivos de manutenção preditiva por análise de óleo da fábrica.

É muito importante avaliar um intervalo expressivo em relação ao indicador, então, para o presente trabalho, foram utilizados aproximadamente 2 anos de dados referente aos anos de 2015 e 2016, como pode ser visualizado no Gráfico 1 e Gráfico 2, respectivamente.

Gráfico 1: Taxa de Falhas referente ao ano de 2015.

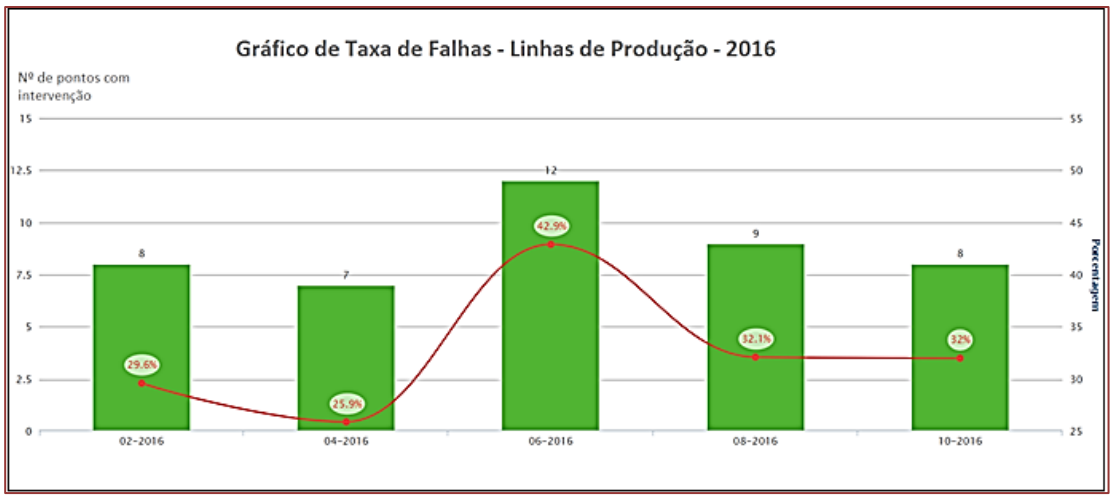


Fonte: Autoria Própria.

Gráfico 1: Taxa de Falhas referente ao ano de 2015. Fonte: Autoria Própria.

Como é possível notar, os resultados ao longo do ano não têm controle e também são gerados muito acima da meta de 12%. Em 2015, o indicador de taxa de falhas teve uma média de 33,4%. Semelhante ao ano de 2015, em 2016, até o mês de outubro, a média obtida foi de 32,5%, como pode ser visualizado no Gráfico 2.

Gráfico 2: Taxa de Falhas referente ao ano de 2016



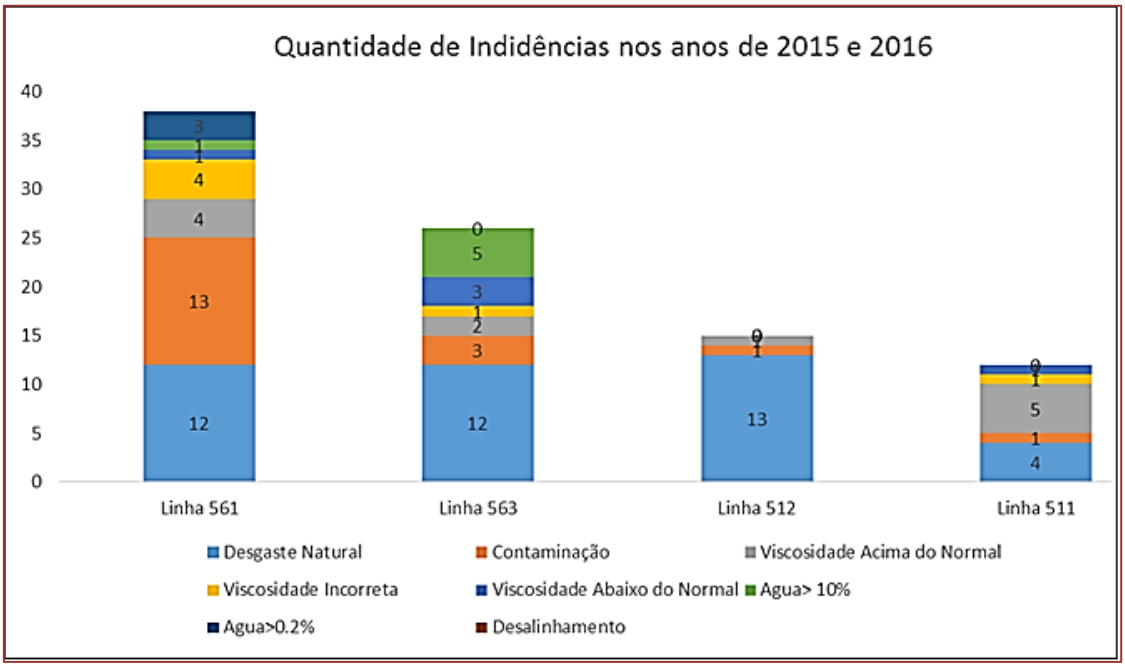
Fonte: Autoria Própria

Comparando os índices de 2015 e 2016, com o índice estabelecido de 12%, é possível observar que em nenhum mês em que foi feita a medição, as linhas de estudo atingiram a meta. Os gráficos identificam e comprovam um problema crônico que não conseguiu ser resolvido durante muito tempo.

4.2 ANÁLISE DO FENÔMENO

Foi realizado tratamento dos dados resultantes das coletas durante o estudo objetivando investigar as causas mais recorrentes para o problema. Analisou-se as linhas onde ocorrem as maiores incidências de falhas e, quais são os modos de falhas que mais se repetem, como apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Quantidade de Incidências por modos de falhas nos anos de 2015 e 2016.



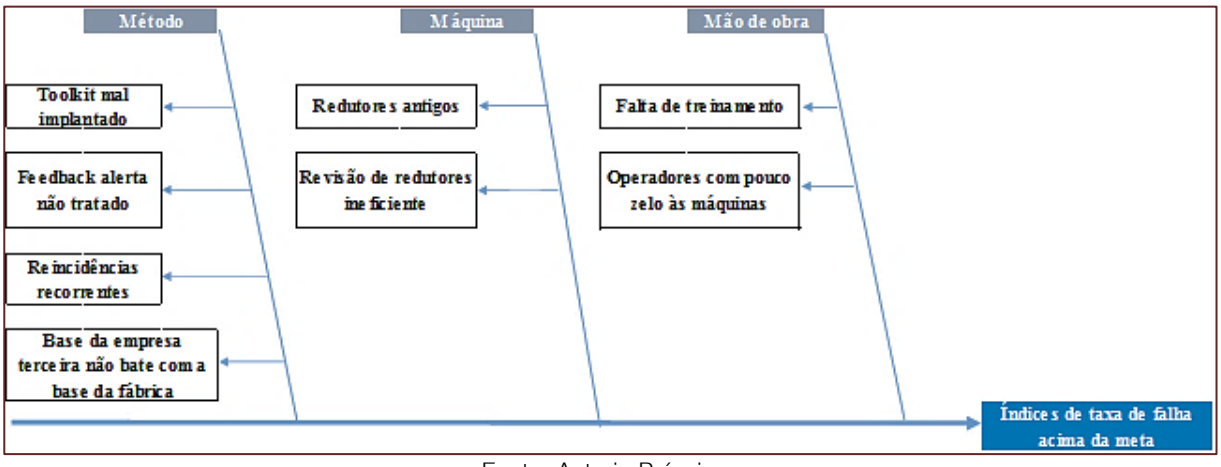
Fonte: Autoria Própria.

É possível visualizar que durante 2015 e 2016, a linha 561 foi a que incidiu a maior quantidade de falhas na coleta de óleo com cerca de 41% das ocorrências. Além disso, os modos de falhas mais críticos, por ordem decrescente foram: Desgaste Natural (42,2%), Viscosidade Incorreta (23,7%) e Contaminação (18,5%). Possibilitando uma visão inicial das causas do problema de taxa de falhas.

4.3 ANÁLISE DO PROCESSO

Nesta etapa, foi realizado um *brainstorming* com operadores e supervisores das linhas. O Diagrama de Ishikawa foi construído para sintetizar as causas do problema seguindo a metodologia, as razões mais expressivas foram decorrentes do Método, Máquina e Mão de Obra, sendo os mesmos apresentados na Figura 2.

Figura 2: *Brainstorming* de causas utilizando a ferramenta Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autoria Própria.

Com relação ao Método, ressalta-se as seguintes análises:

- Má Gestão de Lubrificação gera ineficiência na operação de lubrificação;
- Feedback de alerta não tratado pela fábrica demonstra futura anomalia no ponto de coleta;
- Inconsistência entre a base que identifica um ponto para a empresa terceira e a base que a fábrica utiliza;
- Muitas reincidências de intervenção indica que o tratamento de um mesmo ponto foi ineficiente.

Com relação à análise relacionada às Máquinas, nota-se que muitos redutores são antigos, soltando limalha de ferro no lubrificante, acarretando nos modos de falha de Contaminação e Desgaste Natural.

Por fim, considerando a Mão de Obra evidencia-se que existe uma lacuna dos operadores em relação a Gestão da Lubrificação, pois os mesmos possuiam muita dúvida em relação ao sistema, decorrente da falta de treinamento.

4.4 PLANO DE AÇÃO

Foi elaborado um plano para bloquear as causas principais identificadas na fase de análise do processo, estabelecendo contramedidas às causas principais. A ferramenta utilizada para desenvolvimento do plano de ação foi o 5W2H, que possibilitou distribuir as tarefas e responsabilidades assim como definir a necessidade de treinamentos, ajuste na Gestão de Lubrificação e informações pertinentes. A Figura 3 apresenta as principais ações realizadas.

Figura 3: 5W2H das principais ações realizadas

Item	Linha	O que deverá ser feito	Como fará	Quem fará	Quando fará	Executado	Onde será feito	Quanto custará
1	PackII	Verificar a inspeção preditiva da empresa terceira, certificar que todos os pontos sejammedidos e entender como é realizada a coleta	21/12, 22/12, 23/12 - acompanhado, todos pontos medidos e as lições registradas		10/12/2016	23/12/2016	Linhas do Packaging	Semcusto
2	PackII	Otimizara comunicação entre a empresa terceira as linhas do Packaging 2. Viabilizar o melhor momento para a realização da coleta de óleo	Dez - OK; Fev - OK		10/12/2016	05/12/2016	Troca de e-mails comgestores da empresa terceira	Semcusto
3	PackII	Envolvera operação, alocando donos para cada ponto de coleta e conscientizar sobre a importância de cuidar do ponto	25/11 - Donos alocados, operação comunicada.		10/12/2016	25/11/2016	Sala de troca de turno	Semcusto
4	PackII	Envolver a supervisão, mostrando a situação e histórico de cada ponto, bem como interpretar cada relatório de intervenção	511 - Ok; 512 - Ok; 561 - Ok;563 - Ok		10/12/2016	02/01/1900	Sala de troca de turno	Semcusto
5	PackII	Realizar treinamento de toolkit coma operação do Packaging II	511 - Ok; 512 - Ok; 561 - Ok;563 - Ok		20/12/2016	16/12/2016	Sala de troca de turno	Semcusto
6	563	Corrigir a tag na base da empresa terceira	ECH563001 para R512036		10/02/2017	08/02/2017	Troca de e-mails comgestores da empresa terceira	Semcusto
7	563	Corrigir tipo de óleo utilizado na lubrificação, na base da empresa terceira e no Toolkit	EGF 680 PS para EGF 220 OS (02/02 - Por questões operacionais, o óleo 680 será mantido)		10/02/2017	08/02/2017	Troca de e-mails comgestores da empresa terceira	Semcusto
8	512	Mandar e-mail para da empresa terceira, pedindo a correção do base do óleo (220 para 680)	Comunicação falhou para a medição de Fev, mas já estáoperando		30/02/2017	25/02/2017	Sala de troca de turno	Semcusto

Fonte: Autoria própria.

A sistemática iniciou-se na criação de um fluxo de ações, para toda medição que ocorrer, seja disparado um gatilho de ações a serem realizadas.

As ações surgiram de dois modos de falha mais recorrentes, o Desgaste Natural e a Contaminação.

4.5 EXECUÇÃO

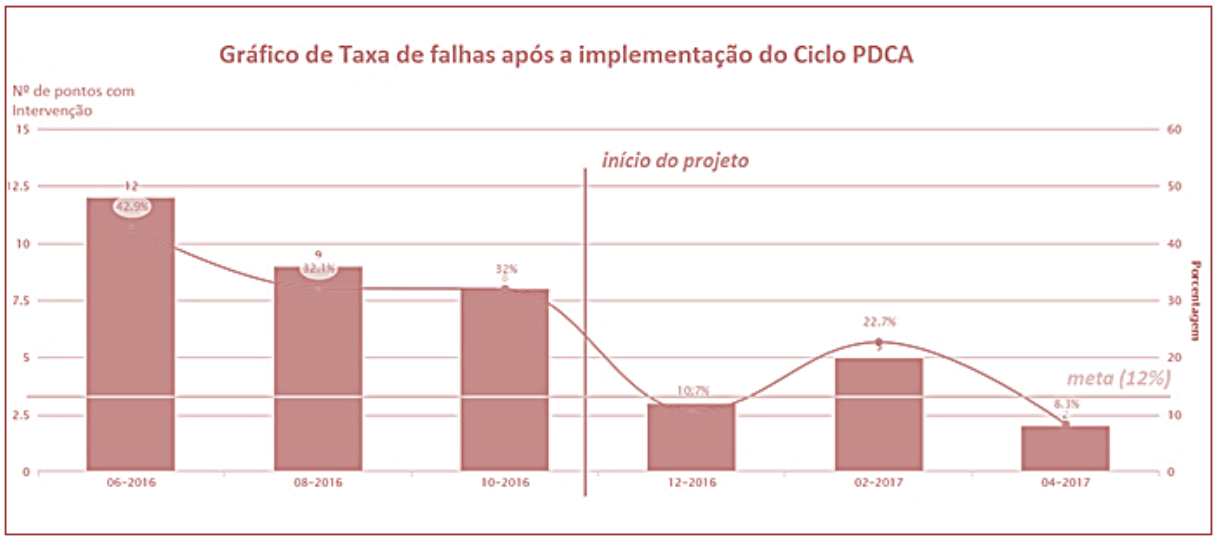
A execução das ações definidas dentro do prazo e com qualidade são a chave do sucesso do ciclo PDCA. É importante garantir que sejam feitas todas as ações, a fim de diminuir o índice de taxa de falhas da fábrica. Inicialmente, houve um certo receio por parte da operação por não visualizar que se a

operação de lubrificação de modo correto em sua respectiva máquina, como um investimento muito importante nas condições do equipamento a longo prazo. Todavia, assim que os resultados surgiram e, consequentemente, o reconhecimento de que o ponto só está em ordem devido ao empenho de cada um dos executantes, foi possível melhor aceitação dos envolvidos. No mesmo sentido, um dos maiores empecilhos durante a execução das ações, foi encontrar uma lacuna na rotina da operação e liderança para que algumas atividades fossem realizadas.

4.6 VERIFICAÇÃO

Para acompanhar a verificação da execução do plano de ação, foi feito um controle na empresa, a fim de averiguar, toda semana, as ações que foram geradas ao longo do bimestre, assim como a situação dos pontos de todas as linhas de produção e o *status* do plano de ação. O Gráfico 3 expressa a verificação das medições dos três meses em que o projeto contemplou, o mês de dezembro, fevereiro e abril. Consequentemente, essas medições geraram três ciclos de ações que contribuíram para a melhoria contínua dos resultados.

Gráfico 3: Taxa de falhas após a implementação do Ciclo PDCA.



Fonte: Autoria Própria.

Dezembro (10,7%):

O primeiro ciclo da aplicação da metodologia do ciclo PDCA. Foram preparadas no mês anterior, medidas preventivas para evitar o resultado da medição do mês de novembro, que foi de 32%. Justamente por ser um ciclo de aprendizado, focou-se em treinamentos e difusão de informações, ideia que surgiu da pesquisa acerca do tema. É importante destacar as seguintes ações: - Envolvimento operação, alocando donos para cada ponto de coleta e executando conscientização sobre a importância de cuidar do ponto, isto era feito durante as trocas de turno, onde era possível conversar e instruir os operadores; - Instrução para supervisão, os responsáveis pelas linhas de produção, mostrando a situação e histórico de cada ponto, bem como interpretar cada relatório de intervenção; - Treinamento sobre Gestão da Lubrificação, que consistiu em difundir o conhecimento da técnica elaborada pela empresa, de modo que ensinado corretamente e esclarecido todas as dúvidas.

O primeiro resultado atingindo a meta, mostrou que na fábrica houve uma carência de educação e treinamento do processo de lubrificação, dentro da Gestão da Lubrificação.

Fevereiro (22,7%):

Para a segunda medição, foi preparado o fluxo de ações, decorrentes dos *feedbacks,* deste modo, todos os pontos que geraram Intervenção ou Alertas no mês de dezembro, foram tratados. Porém, o resultado do índice de taxa de falhas, subiu em relação ao mês interior. O que se deve a dois fatos: - Os pontos que geraram Intervenção, não eram

reincidentes, ou seja, surgiram sem que fossem sinalizadas pelo *feedback* de Alerta; - Um novo analista da empresa terceira começou a fazer as coletas. Este não teve acompanhamento e deixou de fazer a coleta em pontos desconhecidos a ele. Consequentemente, isto provocou seis *feedbacks* Justificado, que interferem diretamente no cálculo do índice de taxa de falhas.

Abril (8,3%):

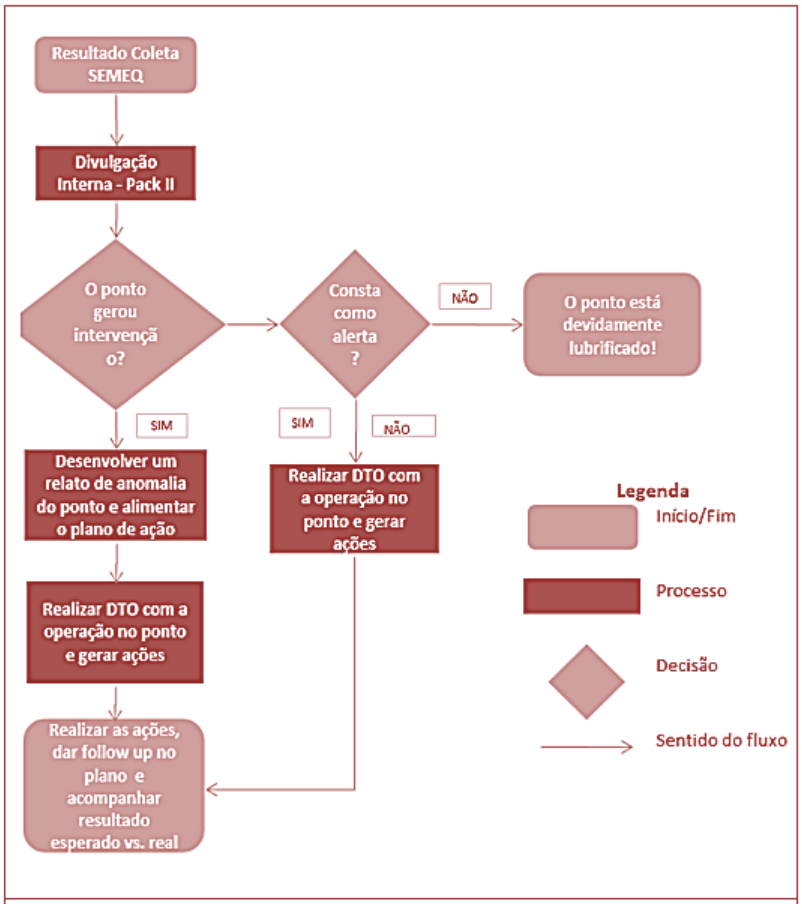
Resultado da última medição do estudo e também a mais positiva de taxa de falhas da história da fábrica. Isto foi estabelecido através de uma constante difusão acerca do processo de lubrificação, sobre a Gestão da Lubrificação, e também bons resultados decorrentes do fluxo de ações. Para este resultado pode-se destacar as seguintes ações: - Padronização das *tags* da fábrica e empresa terceira: Foi eliminado uma fonte de desinformação que, às vezes, gerou *feedbacks* negativos, simplesmente porque na base da fábrica um mesmo ponto, tinha viscosidades e identificações diferentes para ambas organizações; - Envolvimento com o novo analista da empresa terceira: Para esta medição, o analista foi conscientizado sobre este estudo, bem como a importância de que tenha um responsável da fábrica junto a ele, pois esse pode auxiliá-lo na coleta e também organizar o melhor momento para realizar essa atividade entre as quatro linhas produtivas; - Treinamento sobre taxa de falhas: Buscou-se um especialista sobre manutenção preditiva na empresa terceira, este foi até a fábrica e realizou um treinamento sobre como se dá o processo de análise de óleo, vibração, termografia e emissão acústica, bem como a influência que a operação tem para estes resultados. Isso foi feito para melhorar ainda mais o conhecimento da operação, com relação ao processo de lubrificação e sua consequência nos resultados.

4.7 PADRONIZAÇÃO

Para padronizar o processo, a fim de garantir a melhoria contínua, foi elaborado um fluxograma das ações a ser seguido após o resultado de coleta de óleo. O enfoque deste fluxograma é gerar um gatilho após *feedbacks* de intervenção e alerta. Esse gatilho fará com que as ferramentas de Diagnóstico Operacional e de 5 Por quês sejam utilizadas e estas levantarão às ações que alimentarão o plano de ação, conforme explicado na fase Plano de Ação, do ciclo PDCA. Um dos pontos chave deste fluxo de ações, é que o *feedback* de Alerta também será tratado, o que nunca foi feito, por não influenciar diretamente no cálculo da taxa de falhas. Este *feedback* indica que no futuro, um ponto pode gerar Intervenção do ponto de vista do processo, isso significa agir preventivamente. É importante ressaltar que é necessário ter um responsável que garantirá o fluxo das ações, bem como a sustentabilidade dos resultados. Tal fluxo, pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4: Fluxo de ações para o resultado da empresa terceira

Manutenção - Engenharia da Confiabilidade			
Processo: Fluxo de ações para o resultado da SEMEQ			
início:	Após cada resultado de medição	**Versão:**	1.1
Responsável: Lucas Franco		**Atualizado em:**	16/01/2017



Fonte: Autoria Própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar os resultados, pode-se concluir que, a implantação da metodologia PDCA, gera resultados significativos e consistentes. A realização consciente de todas as etapas do ciclo, bem como um domínio das ferramentas da qualidade, são fruto da pesquisa cientifica acerca do tema. Após dois anos em que todas as medições nunca mostraram um índice dentro da meta, a metodologia se mostrou útil ao visualizar o processo, investigar as causas das anomalias, bem como manter o resultado sustentável ao longo do tempo. Para o pesquisador, o sucesso da implementação foi decorrente dos seguintes aspectos: I) Domínio acerca da metodologia do ciclo PDCA; II) Rotina estabelecida para o tratamento do ciclo; III)Ações de treinamento e difusão de conhecimento.

Relacionando os resultados da pesquisa, com os objetivos propostos no início do trabalho: (I) O processo fluxo de ação após o resultado da análise de óleo foi atualizado. O fluxo expresso pelo fluxograma na etapa de padronização permite um tratamento mais completo e voltado para o resultado; (II) O PDCA foi implementado de modo consciente, seguindo os fundamentos utilizados em outras pesquisas acerca do assunto e sua veracidade foi comprovada através de resultados satisfatórios e que serão sustentáveis ao longo do tempo; (III) O conhecimento com relação ao indicador de taxa de falhas foi difundido através de um treinamento completo realizado pela empresa terceira; vale destacar que a operação e liderança também foram treinados na Gestão da Lubrificação; (IV) A relação entre a fábrica e a empresa terceira ficou mais próxima, isso se fez desde o período antes da coleta de

óleo, onde era agendada as datas de coleta, bem como o acompanhamento do analista no momento da atividade e a relação com a empresa acerca dos *feedbacks*.

Além disso, foi possível descobrir que boa parte dos erros decorrentes dos resultados ruins eram fáceis de serem solucionados. Os modos de falha de Viscosidade Incorreta eram decorrentes de pouco conhecimento na Gestão da Lubrificação pela operação, bem como implantação incorreta da mesma. Em relação ao conhecimento da operação, foram realizados alguns treinamentos, com destaque para o treinamento sobre taxa de falhas, realizada pela empresa terceira de manutenção preditiva e para o treinamento sobre a Gestão da Lubrificação, realizada pelos estagiários em todos os turnos de produção. Já para a implantação incorreta da Gestão da Lubrificação, foram geradas ações de correção, com destaque para atualização dos *Checklists* e Procedimentos de Lubrificação, os *layouts* foram plastificados e colocados ao alcance do operador da máquina e os *tags* foram corrigidas em campo. Estas ações foram geradas pela ferramenta de Diagnóstico Operacional.

Com relação aos modos de falhas de Desgaste Natural e Contaminação, a ferramenta de análise de Causa Fundamental foi a que mais auxiliou em seu tratamento. Com a colaboração da operação e dos técnicos mecânicos, foi possível investigar a causa raiz do problema em um componente, para que fosse evitado o mesmo tipo de problema no futuro.

Quanto às dificuldades de implantação da metodologia PDCA, destaca-se o envolvimento com a operação e liderança, uma vez que é desafiador motivar pessoas e uni-las para a colaboração. Isso foi vencido com a conscientização constante sobre como a lubrificação correta dos equipamentos que eles cuidam, acarreta no resultado da linha de produção que trabalham.

REFERÊNCIAS

[1] AGUIAR, S. INTEGRAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE AO PDCA E AO PROGRAMA SEIS SIGMA. MINAS GERAIS/ NOVA LIMA: INDG, 2006.

[2] CAMPOS, V. TQC – CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL (NO ESTILO JAPONÊS). 8. ED. BELO HORIZONTE: EDITORA DE DESENVOLVIMENTO GERENCIAL, 1999.

[3] CAMPOS, V. F. TQC: CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL NO ESTILO JAPONÊS. MINAS GERAIS/ NOVA LIMA: INDG, 2004.

[4] CARPINETTI, LUIZ CESAR RIBEIRO. GESTÃO DA QUALIDADE: CONCEITOS E TÉCNICAS. 2ª ED. SÃO PAULO: ATLAS, 2010. 241 P.

[5] CORRÊA, H. L.; CORRÊA,C. A; ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO E OPERAÇÕES – MANUFATURA E SERVIÇOS: UMA ABORDAGEM ESTRATÉGICA. SÃO PAULO: ATLAS. 2007

[6] DAVENPORT, T.H. PROCESS INNOVATION. BOSTON: HARVARD BUSINESS SCHOOL PRESS, 1993. 337P.

[7] DAYCHOUM, M., 40 + 4 FERRAMENTAS E TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO, 3ª ED., RIO DE JANEIRO: BRASPORT, 2010.

[8] FALCONI, VICENTE CAMPOS. TQC: CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL (NO ESTILO JAPONÊS). BLOCH EDITORES. BELO HORIZONTE. 1992.

[9] FONSECA, AUGUSTO V. M. DA [ET AL.]. UMA ANÁLISE SOBRE O CICLO PDCA COMO UM MÉTODO PARA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DA QUALIDADE. 2006. DISPONÍVEL EM: HTTP://WWW.ABEPRO.ORG.BR/BIBLIOTECA/ENEGEP2006_TR470319_8411.PDF. ACESSO EM: 18 MAI 2017

[10] FUNDAÇÃO NACIONAL DA QUALIDADE. CRITÉRIOS DE EXCELÊNCIA. SÃO PAULO: FUNDAÇÃO NACIONAL DA QUALIDADE, 2010.

[11] GONÇALVES, J.E. L. AS EMPRESAS SÃO GRANDES COLEÇÕES DE PROCESSOS. RAE – REVISTA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS, V. 40, N 1, P. 6-19, 2000A.

[12] GONÇALVES, J. H. L. PROCESSO, QUE PROCESSO? REVISTA DE ADMINISTRAÇÃO DE EMPRESAS. V. 40, N: 4, P. 8 – 19, OUT-DEZ. 2000B.

[13] HARRINGTON, H. J..APERFEIÇOANDO PROCESSOS EMPRESARIAIS. SÃO PAULO: MAKRON BOOKS, 1993.

[14] JUNIOR, E.L.C., GESTÃO EM PROCESSOS PRODUTIVOS, CURITIBA: IBPEX, 2008.

[15] LAS CASAS, A. L. QUALIDADE TOTAL EM SERVIÇOS: CONCEITOS, EXERCÍCIOS, CASOS PRÁTICOS. 4.ED. SÃO PAULO: ATLAS, 2004.

[16] LENZI, F. C.; KIESEL, M. D.; ZUCCO, F. D. AÇÃO EMPREENDEDORA: COMO DESENVOLVER E ADMINISTRAR O SEU NEGÓCIO COM

EXCELÊNCIA. SÃO PAULO: EDITORA GENTE, 2010.

[17] MARTINS, R. A.; MELLO, C.H.P.; TURRIONI, J. B. GUIA PARA ELABORAÇÃO DE MONOGRAFIA E TCC EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. SÃO PAULO: ATLAS, 2013. 224P.

[18] MEIRELES, M., FERRAMENTAS ADMINISTRATIVAS PARA IDENTIFICAR, OBSERVAR E ANALISAR PROBLEMAS: ORGANIZAÇÕES COM FOCO NO CLIENTE, SÃO PAULO: ARTE E CIÊNCIA, 2001.

[19] MESQUITA, M; ALLIPRANDINI, D. H. COMPETÊNCIAS ESSENCIAIS PARA MELHORIA CONTÍNUA DA PRODUÇÃO: ESTUDO DE CASO EM EMPRESAS DA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS. GESTÃO & PRODUÇÃO, V.10, N.1, P. 17-33, 2003.

[20] OLIVEIRA, SIDEY D. FERRAMENTAS PARA O APRIMORAMENTO DA QUALIDADE. 2. ED. SÃO PAULO: EDITORA PIONEIRA, 1996. P.9

[21] SIHA, S. M. & SAAD, G. H. BUSINESS PROCESS IMPROVEMENT: EMPIRICAL ASSESSMENT AND EXTENSIONS. BUSINESS PROCESS MANAGEMENT JOURNAL, N. 6, V. 14, P. 778-802, 2008.

[22] SLACK, NIGEL. ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO. SÃO PAULO: ATLAS, 2009.

[23] SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO. 2ª ED. SÃO PAULO: ATLAS, 2002.

[24] TUBINO, DALVIO FERRARI. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO: TEORIA E PRÁTICA. SÃO PAULO: ATLAS. 2007.

[25] VERGUEIRO, W., QUALIDADE EM SERVIÇOS DE INFORMAÇÃO, SÃO PAULO: ARTE E CIÊNCIA, 2002.

[26] WERKEMA, M. C. C. Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

Autores

AUTORES

Adriana Kroenke

Possui graduação em Matemática (2007), mestrado em Ciências Contábeis (2009) pela Universidade Regional de Blumenau e doutorado pelo Programa de Métodos Numéricos e Engenharia da Universidade Federal do Paraná (2014). Professora do Departamento de Matemática da Universidade Regional de Blumenau desde 2010. Atualmente é professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Administração e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Universidade Regional de Blumenau. Suas pesquisas concentram-se na área de Análise Multivariada de Dados, Análise Decisória Multicritério e Avaliação de Desempenho. Integrante do grupo de estudos MULTIVAR.

Alex Orben

Possui graduação em Engenharia de Produção (2016) pela Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE. Cursou Ensino Médio e Técnico (Usinagem) no SENAI NORTE (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial) [2001 a 2007] em Joinville, Santa Catarina. Atua como Analista na Tubos e Conexões Tigre, de Joinville, Santa Catarina, maior empresa de Tubos e Conexões do Brasil, de 2009 até atualmente.

Alexandre Tadeu Simon

Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Metodista de Piracicaba, Brasil(2005)
Doutor I da Universidade Metodista de Piracicaba , Brasil

Alexandro Gilberto da Silva

Engenheiro de produção, pós graduado em Gestão de processos gerenciais, Green Belt das metodologias Lean Six Sigma e Design For Lean Six Sigma, com especializações em projetos de melhoria continua em campo e aprovados pela UTFPR Universidade Técnologica Federal do Paraná. Durante 20 anos trabalhando em empresas de vários portes, desde auxiliar de serviços gerais à áreas de produção, qualidade, desenvolvimento de produtos, desenvolvimento de processos, melhoria contínua e excelência operacional, ocupando cargos de auxiliar até gerente de negócios. Ao longo desse período, como colaborador dessas empresas, obteve se a oportunidade de desenvolver e implementar mudanças para o aumento de produtividade e melhoria da qualidade, de produtos e processos, utilizando técnicas japonesas e americanas, que trouxeram maior lucratividade, através da redução dos desperdícios e da redução dos custos operacionais, atuando como especialista e pesquisador em Lean manufacturing.

Amanda Daniele de Carvalho

Graduanda em Engenharia de Produção pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus Congonhas, onde desenvolveu um projeto de iniciação científica ligado à modelagem matemática para ensino de cálculo. Atua na linha de pesquisa "Análise de Indicadores de Sustentabilidade: um estudo comparativo luso-brasileiro", como bolsista PIBIC. Atualmente, é membro do grupo de pesquisas "Núcleo de Estudos em Gestão, Produção, Empreendedorismo e Inovação", do IFMG. Possui experiência na área administrativa de microempresas.

AUTORES

Andressa Maria Corrêa

Graduanda em Engenharia de Produção Agroindustrial pela UNESPAR - Universidade Estadual do Paraná Campus de Campo Mourão.

Bárbara Helen Rodrigues Ramires Seribeli

Graduada em Engenharia de produção pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD/2016). Membro fundador e Ex-Diretora de Projetos da Associação Sigmax Engenharia Jr, empresa de consultoria da região da Grande Dourados. Cursou Engenharia Física na instituição de ensino Universidade Estadual da Grande Dourados no período de 2010/2011. Auxiliou a Pró-reitoria de Assuntos Estudantis (PROAE) no período de 2012/2014.

Belchior Rodrigues Dos Santos Neto

Bacharel em Engenharia de Produção, graduado pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) – Câmpus Petrônio Portela. Possui experiência na área de Gestão de Projetos. Possui atuação nos temas de Gestão estratégica e Gestão Industrial.

Bruno Rabbi

Mestrando em pesquisa operacional e inteligência computacional (Ucam - campos dos Goytacazes- RJ). Especialista em informática na educação - Faculdade da Serra (Fase). Graduado Ciência da Computação - Instituto de Ensino Superior do Espirito Santo – UNES/ES. e Licenciatura em Matemática Unimes – Santos/SP, Atuando como Coordenador do curso técnico em informática e professor da Escola Presidente Getúlio Vargas Sedu/ES. Sócio administrador e desenvolvedor de sistemas e gestor de tecnologia da informação da empresa: BRI - Soluções e Softwares com experiência nas áreas de educação, programação, banco de dados, computação gráfica, hardware, redes e sistema operacionais.

Camila Maria Uller

Graduanda em Engenharia de Produção Agroindustrial pela UNESPAR - Universidade Estadual do Paraná Campus de Campo Mourão.

Carlos Henrique Oliveira

Possui graduação em Engenharia Mecânica com ênfase em Produção, especialização em Qualidade e Produtividade e mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá. Atualmente é professor assistente na Universidade Federal de Itajubá-campus avançado de Itabira e atua nas áreas de Estatística, Engenharia da Qualidade, Seis Sigma e Lean Manufacturing (Manufatura Enxuta).

AUTORES

Carlos Roberto Minussi

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria (1978), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1981) e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1990). Atualmente é Professor Titular (a partir de 2005) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP - Câmpus de Ilha Solteira. Possui experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Sistemas Elétricos de Potência, atuando principalmente nos seguintes temas: sistemas elétricos de potência, estabilidade transitória, controle preventivo dinâmico, previsão de carga e sistemas inteligentes (abordando as técnicas de redes neurais, lógica fuzzy e sistemas imunológicos artificiais, entre outras técnicas).

César Augusto Galvão de Morais

Professor Assistente Doutor do curso de Engenharia de Produção, Universidade Estadual Paulista - Júlio de Mesquita Filho (UNESP) - Campus de Itapeva. Engenheiro Industrial Madeireiro pela UNESP (2008). Mestre (2012) e Doutor (2015) em Engenharia Mecânica, na área de concentração Projeto Mecânico, pela Escola de Engenharia de São Carlos, USP. Têm experiência nas áreas de: Metrologia Mecânica, medições por coordenadas, avaliação do desempenho metrológico de máquinas/equipamentos destinados a inspeção dimensional e em avaliações do desempenho metrológico de máquinas ferramentas. Também atua na linha de pesquisa de avaliação da qualidade de produtos, por meio de caracterização físico-mecânica.

Claudia Scoton Antonio Marques

Doutora em Engenharia Elétrica pela Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, FEIS/UNESP (2017). Mestre em Engenharia de Transportes pela Escola de Engenharia de São Carlos, EESC/USP (1999). Engenheira Civil pela Escola de Engenharia de Piracicaba EEP/FUMEP. Professora no curso de Engenharia Civil da FEIS/UNESP e da FUNEC, Santa Fé do Sul, SP.

Cláudia Virgínia M. de Freitas

Ampla experiência em sustentabilidade, com ênfase em mudanças climáticas e gestão ambiental, com atuação nas áreas de auditoria, verificação, validação, consultoria e no setor produtivo. Gestora de projetos e de auditorias de mudanças climáticas e gestão ambiental em empresas de diversos segmentos industriais, como mineração, siderurgia, metalúrgico, químico e construção civil. Representou associações industriais em negociações e estudo de cenários de redução de gás de efeito estufa junto a órgãos de governo e federações empresariais. Conselheira do Conselho Superior de Meio Ambiente da Fiesp - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. Atuou na elaboração de pareceres técnicos para projetos de mudanças climáticas junto à Convenção do Clima da Organização das Nações Unidas (UNFCCC). Especialista em projetos de energias renováveis, troca de combustíveis, aproveitamento de resíduos e uso de biogás. Foi especialista do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e Comunicações (MCTIC) para validação de projetos no âmbito do Protocolo de Quioto, mecanismo de desenvolvimento limpo e mudanças globais do clima. Implantação do sistema de gestão ambiental em empresas visando a certificação em pela norma ISO 14001, sobre sistemas de gestão ambiental. Auditora líder de mudanças climáticas/ gases de efeito estufa - GEE (normas ISO 14064), sistemas de gestão ambiental (norma ISO 14001) eficiência energética (norma ISO 50001). Desenvolvimento e implementação de procedimentos e rotinas para obetneção da acreditação para a verificação de inventários de emissão de gases de efeito estufa, de acordo com a norma ISO 14064, pelo organismo acreditador brasileiro, Inmetro, norma da área de mudanças climáticas. Negociação com órgãos governamentais visando à obtenção de licenças ambientais. Elaboração de especificações técnicas, análise de propostas e gerenciamento de contratos de serviços ambientais para a instalação de usinas hidrelétricas e linhas de transmissão. Participação em

AUTORES

grupos de trabalho junto a órgãos governamentais visando a revisão de legislação ambiental. Formação em Engenharia Química pela Universidade Mackenzie, MBA em Administração de Empresas com ênfase em Gestão pela Fundação Getúlio Vargas e pós-graduação em Administração Industrial pela Fundação Vanzolini da Universidade de São Paulo. Especializações em Instrumentos de Gestão Ambiental na Alemanha, Gestão Empresarial e Investimentos na Itália. Cursando mestrado profissional em Sistemas Produtivos, Inovação e Desenvolvimento Sustentável no Centro Paula Souza, SP. Dissertação sobre mudanças climáticas e as metas de redução de gases de efeito estufa. Professora da Fundação Getúlio Vargas (FGV ONLINE), nas seguintes disciplinas: Instrumentos para Gestão Ambiental, Gestão Ambiental, Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.

Claudio José Fidelis de Azevedo

Graduado em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Universidade Estácio, Mestrando em Pesquisa Operacional e Inteligência Computacional pela UCAM-Universidade Cândido Mendes. Já atuou como desenvolvedor de sistemas Web com framework Django escrito na linguagem Python no IFFluminense. Atualmente, atua como desenvolvedor de aplicativos para dispositivos móveis com framework Ionic que utiliza as tecnologias Web HTML, CSS, Javascript e AngularJS.

Cristiano Luís Turbino de França E Silva

Cursou o ensino médio técnico em Informática Industrial na Escola Técnica Federal de Ouro Preto (ETFOP) entre 1998 e 2000. Formou-se em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) em 2006. Concluiu o Mestrado em Ciência da Computação pela UFOP em 2014. Atualmente é Professor Assistente, nível I, do DEPRO - UFOP. Possui experiência em Inteligência Computacional, Planejamento e Controle da Produção e Gerenciamento de dados.

Daniel Ribeiro Gomes

Graduando em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Goiás e integrante do Grupo de Estudos em Modelagem e Simulação - GEMS. Possui trabalhos publicados na área de pesquisa operacional, envolvendo simulação computacional do sistema de coordenação de ordens POLCA, além de trabalhos na parte de otimização em redes com o auxilio de algoritmos.

Eduardo Baches

Graduado em Engenharia de produção pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD/2017).

Eduardo Gonçalves Magnani

Graduado em Engenharia Metalúrgica pela Universidade Federal de Minas Gerais (2002). Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Minas Gerais (2013), cursos de especialização em Green Belt e Black Belt pela Unicamp. Especialização em Usinagem pela USP. Professor das Faculdades Kennedy de Belo Horizonte no curso de Engenharia de Produção.

AUTORES

Emerson José Corazza

Possui graduação em Engenharia de Produção Mecânica (2008) pela Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE e Mestrado em Engenharia de Processos (2012) pela UNIVILLE e Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho (2014) pela SOCIESC. Atua como professor de carreira adjunto nos cursos de Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica da UNIVILLE, no qual atua também como coordenador do curso deste último, ministrando as disciplinas de Processo de Fabricação Mecânica e Manutenção Industrial. Experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Desenvolvimento de Produto e vasta experiência profissional na maior empresa de Fundição da América Latina, área de Manutenção Industrial. Também atua como conselheiro estadual do CREA/SC.

Fabiana Haddad Bistane

Graduanda em Engenharia de Produção na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, Câmpus de Itapeva. Atualmente realiza pesquisas na área de materiais compósitos.

Fabiano Martin Tiossi

Doutorando em Engenharia de Produção pela Universidade Metodista de Piracicaba/SP . Mestre em Administração pela Universidade Metodista de Piracicaba/SP (2007). Especialista em Finanças e Controladoria. Contador e Administrador. Professor e Coordenador de cursos de graduação e pós-graduação.

Farney Vinícius Pinto Souza

Mestrando em Administração, possui MBA em Gestão de Pessoas e graduação em Administração. Tem experiência na área de administração e na área acadêmica, lecionando nos cursos de Engenharia de Produção no IFMG e Tecnólogo em Logística e Recursos Humanos na Unipac.

Fernando Cerutti Aguiar

Mestrando em Engenharia de Produção (UCAM - campos dos Goytacazes- RJ). Especialista em Administração Pública pela Universidade Candido Mendes (2015). Graduado em Administração pelo Fundação Educacional Machado Sobrinho (2005). Exerce o cargo de Diretor Administrativo do Instituto Federal Fluminense - Campus Santo Antônio de Pádua desde 2015.

Fernando César Almada Santos

Fernando César Almada Santos possui Graduação em Engenharia de Produção Mecânica pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP) (1985) e Doutorado em Administração de Empresas pela Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (1998). Atualmente é Professor Associado da EESC-USP. O foco de suas atividades de ensino, pesquisa e extensão é a interface entre aspectos estratégicos e organizacionais da Engenharia de Produção, da Administração de Recursos Humanos e da Gestão Ambiental e Sustentabilidade, atuando principalmente nos seguintes temas: formação de ambiente de equipes, aprendizagem e cultura organizacionais, desenvolvimento de produtos e processos, gestão da qualidade e da logística.

AUTORES

Francismilton Teles

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade de Fortaleza - UNIFOR, mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB e doutorando em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Atualmente exerce a função de professor efetivo com dedicação exclusiva no curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Piauí - UFPI, atuou como monitor do Projeto Extensão Industrial Exportadora - PEIEX, Gerente de Produção em empresa do segmento de cosméticos. Experiência em projetos e consultorias nas áreas de PCP, Sistemas de Informação, Gestão de Estoques, Organização de Layout, Planejamento Estratégico, Balanceamento de Linhas, Métodos e Processos.

Geraldo Magela Pereira da Silva

Graduado em Administração com MBA Executivo em Gestão de Negócios. Professor Especialista nas Faculdades Kennedy - Associação Educativa do Brasil - Green Belt Lean Six Sigma. Profissional voltado para Gestão de Manufatura e Qualidade, atuando em empresas multinacionais de grande porte, como FIAT Automóveis S/A , Brembo do Brasil e Magneti Marelli. Com larga experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Planejamento, Logística e cadeia de suprimentos e Controle de Sistemas de Produção e treinamento.

Gilson João Dos Santos

Possui graduação em Engenharia de Produção Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (1984) e mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1987), área de concentração: Projeto de Produto. Atualmente é Professor e Coordenador dos cursos de Engenharia de Produção e Pós Graduação em Engenharia de Produção: ênfase em Qualidade e Produtividade da Universidade da Região de Joinville(UNIVILLE). Tem experiência na área de Engenharia de Produção e Mecânica, com ênfase em Engenharia de Projeto de Produto. Está atualmente como Conselheiro Estadual do CREA-SC, participando da Câmara Especializada em Engenharia Mecânica e Metalurgia(CEEMM).

Gustavo Henrique Vaz Camargo

Graduando em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Goiás, possui certificação Green Belt – Six Sigma, desenvolve projetos nas áreas de Pesquisa Operacional com enfoque em Simulação Computacional e Gestão da Qualidade, utilizando a metodologia Lean Six Sigma.

Helton Cristiano Gomes

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP (2005), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG (2008) e doutorado em Engenharia Civil pela UFOP (2013). Atualmente é Professor Adjunto, nível III, do DEPRO - UFOP. Tem experiência na área de Engenharia de Produção, com ênfase em Programação Linear, Programação Inteira e Inteira Mista, Otimização Combinatória, Inteligência Computacional, Otimização Multiobjetivos e Planejamento e Programação da Produção.

AUTORES

Henrique Duarte Carvalho

Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa. Atualmente é professor adjunto de Economia, Engenharia Econômica e Custos na Universidade Federal de Itajubá - Campus Avançado de Itabira. Tem experiência na área de Economia, com ênfase em Crescimento e Desenvolvimento Econômico, atuando principalmente nos seguintes temas: elaboração de estudos e pesquisas econômicas aplicadas, indicadores de atividade econômica, análise de dados e métodos quantitativos.

Hostilio Xavier Ratton Neto

Doutor em Transportes pela Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris (1992). Mestre em Ciências em Transportes pelo Instituto Militar de Engenharia (1985) e Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia da UFRJ (1976). Experiência de 41 anos de trabalho e 33 anos de atividades de ensino e pesquisa no campo dos Transportes. Professor do Programa de Engenharia de Transportes da Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia (COPPE) e da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Além de atividades acadêmicas, coordena pesquisas sobre transporte de carga em áreas urbanas, transporte público e transporte rodoviário e ferroviário (desde 1995).

Kezia Sayoko Matsui Pereira

Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD (2016). Foi ex-diretora de recursos humanos da Sigmax Engenharia Júnior, uma empresa júnior de consultoria. Atualmente mestranda em Engenharia de Produção e Sistemas(PPGEPS) pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Pato Branco - UTFPR, atuando na linha de pesquisa de engenharia organizacional e do trabalho.

Larissa Degenhart

Doutoranda em Ciências Contábeis e Administração pela Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB (2016). Mestre em Ciências Contábeis pela Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB (2015). Graduada em Ciências Contábeis pela FAI Faculdades de Itapiranga - SC (2012). Já atuou em escritório de contabilidade e como professora de ensino superior. Possui experiência nas disciplinas de Mercado de Capitais e Ética e Responsabilidade Social. Atualmente é Bolsista CAPES CNPQ vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da FURB de Blumenau.

Larissa Sonda Rigon

Acadêmica do curso de graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR.

Laura Gabriele Rodrigues da Costa Carvalho

Realiza pesquisas na área de materiais compósitos na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, Câmpus de Itapeva.

AUTORES

Leticia Lima Viana

Graduanda em Engenharia de Produção na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, Câmpus de Itapeva. Atualmente realiza pesquisas na área de materiais compósitos.

Lucas Gabriel Zanon

Engenheiro de Produção Mecânica pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC - USP) (2017). Trabalhou na área de Logística da Companhia de Bebidas das Américas - Ambev e realizou atividades de apoio à prática e ensino de Manufatura Aditiva no Núcleo de Manufatura Avançada (NUMA - Departamento de Engenharia de Produção - EESC - USP). Suas especialidades de pesquisa são: Gestão de Operações (com experiência em Lean Production, Gestão de Desempenho e Supply Chain Management), Cultura Organizacional e Inteligência Artificial Aplicada (Fuzzy Logic e Grey Theory).

Lucas Martins Franco

Graduado em Engenharia de Produção (UNIFEI/2017). Atuou como Vice-Diretor da ONG Engenheiros Sem Fronteiras (2013). Estagiou um ano pela Ambev, na área de Packaging (2016). Trabalhou como Business Developer pela startup Kites Egypt (2017).

Luciana Iglesias de Castro Silva

Graduada em Enfermagem pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1997). Atualmente é Mestranda em Engenharia de Produção- Linha qualidade em serviços, na Universidade Cândido Mendes . Professora em regime integral da Universidade Estácio de Sá- Campus Macaé desde 2004. Lecionando nos cursos de Enfermagem e Engenharia de Petróleo . Conteudista da disciplina Enfermagem do Trabalho e coordenadora da pós graduação de Enfermagem do Trabalho na mesma Universidade. Tem experiência na área de serviços hospitalares com ênfase na Enfermagem Médico-Cirúrgica, atuando principalmente nos seguintes segmentos: bloco operatório, prevenção, saúde e segurança Atua também como coordenadora local da Regulação do Campus Macaé recebendo as comissões de visita in loco do MEC.

Luciano Wallace Gonçalves Barbosa

Mestrando em Engenharia Mecânica na Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), na área de processos de fabricação. Engenheiro de Produção pelo Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), onde atuou como tutor de disciplinas, projetos de iniciação científica e também no grupo de pesquisa de Gestão de Operações, Logística e Pesquisa Operacional. Tem experiência na área de logística, com ênfase em custos logísticos e gerenciamento de estoque.

Mara Vogt

Doutoranda em Ciências Contábeis e Administração pela Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB), Mestre em Ciências Contábeis pela Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB) e Bacharel em Ciências Contábeis pela FAI Faculdades de Itapiranga. Já atuou em escritório de contabilidade, consultorias e como professora de ensino superior. Atualmente Bolsista CAPES vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências

AUTORES

Contábeis da Fundação Universidade Regional de Blumenau. Tem experiência em Teoria da Contabilidade, Laboratório Contábil e Consultoria em Empresa Júnior.

Márcio Dimas Ramos

Doutor em Engenharia Mecânica (UNIFEI/2015); Mestre em Engenharia Mecânica (UNIFEI/1997); Graduado em Engenharia Mecânica (UNIFEI/1994) e Bacharel em Matemática Aplicada à Informática (FEPI/1990). Atualmente, Professor Adjunto da Universidade Federal de Itajubá - Campus Itabira, área Metrologia. Atua em aproveitamento de Energia.

Maria Clara Almendra Freitas Cortez

Maria Clara Almendra Freitas Cortez, Bacharel em Engenharia de Produção, graduada pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) - Câmpus Petrônio Portela. Possui atuação na área de Gestão Financeira e Gestão Administrativa. Pós graduanda em gestão organizacional pela Universidade Estadual do Piauí (UESPI).

Mariana Silva Moura

Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) – Câmpus Petrônio Portela

Marilia da Silva Bertolini

Professor Assistente Doutor do curso de Engenharia de Produção da UNESP - Campus de Itapeva. Graduada em Engenharia Industrial Madeireira pela UNESP (2009). Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais pela Escola de Engenharia de São Carlos, USP (2011). Doutora em Ciência e Engenharia de Materiais pela Escola de Engenharia de São Carlos, USP (2014). Pós-doutorado no Departamento de Engenharia de Estruturas/EESC/USP (2015). Atua nos seguintes temas: madeiras e compósitos à base de madeira; materiais compósitos; aproveitamento de resíduos agroindustriais e de materiais sintéticos; uso de insumos alternativos; estudo das propriedades térmicas e propriedades acústicas dos materiais, para avaliação de conforto térmico e absorção sonora.

Marina Moreira Cunha

Acadêmica do curso de graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Matheus de Lima Goedert

Possui graduação em Engenharia de Produção (2012) e Tecnologia em Manutenção Eletromecânica (2013) pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR. Mestrando no Programa de Pós-graduação em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio pela UTFPR.

AUTORES

Milton Erthal Jr.

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (1995), mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (1999) e doutorado em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2004). Atualmente é professor do Instituto Federal Fluminense-campus Guarus, do Centro de Pesquisa da Universidade Candido Mendes-Campos e colaborador da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Tem experiência na área de Pesquisa Operacinal, com ênfase na área de Auxílio multicritério à Decisão e Gestão Ambiental. Experiência em Entomologia, atuando especificamente em: Bioquímica , Ecologia, Comportamento e Controle biológico de insetos, usando formigas cortadeiras como modelo.

Naiara Faiad Sebba Calife

Docente no curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Goiás/Regional Catalão, desenvolve pesquisas na área de logística, gestão de armazenagem e Lean Healthcare.

Nelson Ferreira Filho

Bacharel em Administração de Empresas pela UFSJ. Especialista: Engenharia Econômica pela Universidade Estácio de Sá, Metodologia do Ensino Superior e Pesquisa pela UNIPAC e Administração da Produção pela UFRJ. Mestre em Engenharia de Produção pela UFMG com ênfase em Sistemas Produtivos. Doutor em Engenharia de Produção pela UFSC com ênfase em Engenharia Cognitiva. Foi Pró-Reitor Administrativo da UFSJ. Possui artigos e livros publicados com foco em Ergonomia Cognitiva, Processos Produtivos e Liderança. Atualmente é Professor e Coordenador dos Cursos: Engenharia de Produção da Faculdade Kennedy de Belo Horizonte e de Administração da Faculdade Promove de Belo Horizonte.

Nelson Hein

Graduado em Ciências (1987) e em Matemática (1988) pela Universidade Regional de Blumenau - FURB, especialista em Ensino de Ciências / Matemática pela Universidade Regional de Blumenau (1990). Mestrado (1994) e Doutorado (1998) em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Possui Pós-Doutorado pelo IMPA - Associação Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada (2003) e pela Anderson School of Management da Universidade do Novo México (EUA), concluído em 2011. É professor do Departamento de Matemática da Universidade Regional de Blumenau desde 1989. Atualmente é professor permanente no Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis (PPGCC) da Universidade Regional de Blumenau. Tem experiência na área de Matemática Aplicada, atuando principalmente nos seguintes temas: análise estatística multivariada e análise decisória multicritério. Coordena o grupo de Estudos MULTIVAR.

Neusa Idick Scherpinski

Possui graduação em Matemática, com Habilitação em Física e Desenho Geométrico pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Cascavel/PR (1994). Especialização Lato Sensu em Metodologia do Ensino Aprendizagem pela FESL- SP (1998). Mestrado em Engenharia de Sistemas Agroindustriais pela Unioeste Cascavel/PR (2004). Autora do Livro Didático Público do Paraná. É Professora Titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR, Medianeira PR onde atua nas disciplinas de Estatística e Cálculo.

AUTORES

Pedro Chaves Meurer Moreira

Engenheiro de Equipamentos na Petrobras, ingressando em 2011, onde atua no setor de Logística, Manutenção e Suporte às Operações de Exploração e Produção desenvolvendo estudos de aumento de eficiência da cadeia logística offshore. Graduado em Engenharia Mecânica pela PUC-Rio (2011), com dupla diplomação em Engenharia Generalista pela École Centrale de Nantes, França. Possui mestrado em Engenharia de Transportes pela COPPE/UFRJ (2017), tendo desenvolvido um modelo de simulação do elo marítimo da cadeia logística offshore para avaliar diferentes políticas de atendimento, com o objetivo de reduzir custos e aumentar o nível de serviço às unidades marítimas.

Pedro Henrique Maciel Lopes

Graduado em Engenharia de Produção e mestre em Engenharia Elétrica (Área de Inteligência Computacional) pela UFRJ e especialista em Engenharia de Petróleo pela PUC-Rio, é engenheiro de produção e gerente setorial de Recursos Físicos e Desempenho Operacional da área de Logística, Manutenção e Suporte às Operações de E&P da Petrobras, atuando no planejamento e otimização de processos logísticos de apoio às unidades marítimas.

Rayane Ester Felício Santiago

Graduanda em Engenharia de Produção pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais. Atuou como tutora na disciplina de Cálculo I, e participou do projeto de pesquisa sobre a ISO 55000 de Gestão de Ativos. Participa do programa de estágios de uma importante empresa do setor Ferroviário e possui experiência em Gestão de Projetos.

Rayssa de Andrade Pache

Graduada em Engenharia de produção pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD/2016).

Renan Mitsuo Ueda

Engenheiro de Produção formado pela Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD/2016). É Membro fundador e Ex-Diretor Jurídico-Financeiro da Sigmax Engenharia Júnior, uma empresa de consultoria que presta serviços para toda a região da grande Dourados. Atualmente é mestrando em Engenharia de Produção (PPGEP - UFSM), atuando em pesquisas nas áreas de Métodos Quantitativos para Tomada de Decisão.

Renato Cristofolini

Bacharel em Engenharia Mecânica pela Universidade do Estado de Santa Catarina (1982), Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade do Estado de Santa Catarina (1997) e Doutor em Engenharia Mecânica pela UNICAMP (2009). Foi Instrutor com Mestrado no SENAI e atualmente é professor Adjunto I (Doutor) da UNIVILLE (JLLE-SC). Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: compósitos, reofundição, conformação mecânica de metais, mecânica dos sólidos, resistência dos materiais, vibrações, tixoconformação, usinagem convencional e CNC. Experiência em: simulação computacional dinâmica e em estruturas metálicas; consultorias; A RTs ; perícias; cálculo estrutural. Ampla Experiência Industrial.

AUTORES

Rodrigo de Mata Marangon

Graduando em Engenharia de Produção na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, Campus de Itapeva. É Analista do setor Administrativo-Financeiro-Jurídico da Empresa Júnior, PROMAD Jr. Atualmente realiza pesquisas na área de avaliação da qualidade de shapes esportivos.

Rômulo de Arêa Leão Araujo Sobrinho

Graduando em Engenharia de Produção na Universidade Federal do Piauí (UFPI) com período sanduíche na Universitat Politécnica de Catalunya (UPC), Barcelona, Espanha, com bolsa financiada pelo CNPq. Possui formação Green Belt em Seis Sigma pela RL Associados. Atua desde 2016 com Consultoria de Gestão, possuindo experiência em BPM, Gestão Estratégica e Gestão de Indicadores.

Rony Peterson da Rocha

Engenheiro de Produção Agroindustrial, pela Universidade Estadual do Paraná – Campus de Campo Mourão (2004). Doutor e Mestre em Engenharia Química - Modelagem e Otimização de Processos, pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia de Química, Universidade Estadual de Maringá (UEM) . Especialista em MBA em Gestão Empresarial e Especialista em Gestão Ambiental pela FECILCAM - Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão. Professor Adjunto do Colegiado de Engenharia de Produção, Universidade Estadual do Paraná - Campus de Campo Mourão, Campo Mourão/PR. Pesquisador do Grupo de Estudos e Pesquisas em Processos e Gestão de Operações (GEPPGO). Coordenador do Curso de Engenharia de Produção Agroindustrial (2016-2017).

Rosalvo Medeiros

Possui graduação em Ciências Econômicas pela Univille (1992), formação em Processamento de Dados pelo estabelecimento especial de ensino isolado EPDJ (1986), Especialização em Telemática pela FURB (1993), Especialização em Qualidade e Produtividade pela UNIVALI (1997) e mestrado em Engenharia de Produção pela UFSC (2000). Foi sócio-proprietário de software house no período de 1989 a 2004. Atualmente, na Univille, ocupa cargo de Gestor da TI, professor nos cursos Sistemas de Informação, Engenharia de Software e Engenharia de Produção. Atou também nas empresas: Tupy, EMBRACO. No período de 2000 a 2008, coordenou o curso de Engenharia de Produção Mecânica (curso que implantou).

Sandra Miranda Neves

Possui doutorado em Engenharia de Produção pela UNESP (FEG), mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e graduação em Administração de Empresas pela Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES). Líder do Grupo de Estudos em Qualidade e Produtividade (GEQProd). Atualmente é Professora Adjunta na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Linhas de pesquisa e atuação: Gestão da Qualidade e Gestão de Projetos.

Thamara Martim

Engenheira de Produção Agroindustrial pela Universidade Estadual do Paraná - Campus de Campo Mourão.

AUTORES

Vander Luiz da Silva

Mestrando em Engenharia de Produção na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Engenheiro de Produção pela Universidade Estadual do Paraná.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-93729-42-3
9 788593 729423